

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

1/37 PLUSPAT - (C) QUESTEL-ORBIT

PN - DE10007547A1 20000928 [DE10007547]

OTI - (A1) Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser PA

- (A1) SHELL INT RESEARCH (NL)

IN - (A1) STEWART R BRUCE (NL); BRISCO DAVID PAUL (US); COOK

ROBERT LANCE (US); HAUT RICHARD CARL (US); MACK ROBERT D (US);

DUELL ALAN (US); RING LEV (US)

AP - DE10007547 20000218 [2000DE-1007547]

PR - US12170299P 19990225 [1999US-P121702]

IC - (A1) E02D-007/28 E03B-003/12 E21B-007/20

DT - Basic

STG - (A1) Doc. Laid open (First publication)

UP - 2000-39

18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 07 547 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
E 02 D 7/28  
E 03 B 3/12  
E 21 B 7/20

21 Aktenzeichen: 100 07 547.9  
22 Anmeldetag: 18. 2. 2000  
43 Offenlegungstag: 28. 9. 2000

30 Unionspriorität:  
121702 25. 02. 1999 US

71 Anmelder:  
Shell Internationale Research Maatschappij B.V.,  
Den Haag, NL

74 Vertreter:  
Dr. E. Jung, Dr. J. Schirdewahn, Dipl.-Ing. C.  
Gernhardt, 80803 München

72 Erfinder:  
Cook, Robert Lance, Katv, Tex., US; Brisco, David  
Paul, Duncan, Okla., US; Stewart, R. Bruce, The  
Hague, NL; Ring, Lev, Houston, Tex., US; Haut,  
Richard Carl, Sugar Land, Tex., US; Mack, Robert D.,  
Katy, Tex., US; Duell, Alan, Duncan, Okla., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser

57 Die Erfindung betrifft eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser. Gebildet wird diese Einfassung durch radiales Pressen einer ersten rohrförmigen Auskleidung weg von einem Dorn in Kontakt mit einer zweiten rohrförmigen Auskleidung. Die ersten und zweiten rohrförmigen Auskleidungen sind in der Brunnenbohrung in überlappender Beziehung angeordnet. Die überlappenden Bereiche der rohrförmigen Auskleidungen umfassen dünnwandige Abschnitte mit zusammendrückbaren ringförmigen Elementen, die in Kontakt miteinander aufgeweitet werden.

DE 100 07 547 A 1

DE 100 07 547 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Brunnenbohrungseinfassungen, die insbesondere unter Verwendung von aufweitbarem Rohrwerk gebildet sind.

Bei der Erstellung einer Brunnenbohrung wird herkömmlicherweise eine Anzahl von Einfassungen in dem Bohrloch installiert, um das Einbrechen der Bohrlochwand zu verhindern und um ein unerwünschtes Ausströmen von Bohrfluid in die Formation zu verhindern oder den Zustrom von Fluid aus der Formation in das Bohrloch. Das Bohrloch wird in Intervallen gebohrt, wobei ein Einfassungsring (vorliegend auch als "Einfassung" bezeichnet), der in einem unteren Bohrlochintervall installiert werden soll, durch einen vorausgehend installierten Einfassungsring eines weiter oben liegenden Bohrlochintervalls abgesenkt wird. Infolge dieser Prozedur besitzt der Einfassungsring des unteren Intervalls einen kleineren Durchmesser als der Einfassungsring des oberen Intervalls. Die Einfassungsringe befinden sich in ineinander gesteckter Anordnung mit Einfassungsringdurchmessern, die in Abwärtsrichtung abnehmen. Zementringe sind zwischen den Außenseiten der Einfassungsringe und der Bohrlochwandung vorgesehen, um die Einfassungsringe gegenüber der Bohrlochwandung abzudichten. Infolge dieser ineinander gesteckten Anordnung ist ein relativ großer Bohrlochdurchmesser am oberen Teil der Brunnenbohrung erforderlich. Ein derartiger großer Bohrlochdurchmesser führt zu erhöhten Kosten aufgrund der schweren Einfassungsring-Handhabungseinrichtung, großer Bohrspitzen und erhöhte Volumina von Bohrfluid und Bohrabraum. Außerdem ist eine erhöhte Bohrausrüstungseinsatzzeit erforderlich aufgrund des benötigten Zementpumpens, Zementaushärtens, benötigter Anlagenänderungen aufgrund großer Unterschiede von Lochdurchmessern, die im Verlaufe des Brunnens gebohrt werden, und aufgrund des großen Volumens von Abraum, der durch Bohren entsteht und entfernt werden muß.

Am Oberflächenende der Brunnenbohrung wird herkömmlicherweise ein Brunnen-Kopfende gebildet, welches typischerweise einen Oberflächeineinfassungsring, eine Anzahl von Produktions- und/oder Bohrspulen, eine Ventilanzordnung und einen Weihnachtsbaum umfaßt. Typischerweise umfaßt das Brunnen-Kopfende außerdem eine konzentrische Anordnung von Einfassungsringen, enthaltend einen Produktionseinfassungsring und einen oder mehrere Zwischeneinfassungsringe. Die Einfassungsringe werden typischerweise getragen unter Verwendung von Lastlagerungsschleichen, die über dem Untergrund positioniert sind. Die herkömmliche Auslegung und die herkömmliche Konstruktion von Brunnen-Kopfenden ist teuer und komplex.

Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, zumindest einen Teil der vorstehend genannten Nachteile zu überwinden, die bei existierenden Prozeduren zum Ausbilden von Brunnenbohrungen und Brunnen-Kopfenden angetroffen werden.

In Übereinstimmung mit einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, welches es vorsieht, eine rohrförmige Auskleidung und einen Dorn in dem Bohrloch zu installieren, Fluidmaterial in das Bohrloch einzuspritzen und die Auskleidung in dem Bohrloch radial aufzuweiten, indem die Auskleidung von dem Dorn weggepreßt wird.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, welches das Ausbohren eines neuen Abschnitts des Bohrlochs benachbart zu dem bereits existierenden Einfassungsring vorsieht.

Eine rohrförmige Auskleidung und ein Dorn werden in den neuen Abschnitt des Bohrlochs so plaziert, daß die rohrförmige Auskleidung einen bereits existierenden Verkleidungsring überlappt. Ein aushärtbares (flüssiges) Fluidichtungsmaterial wird in den Ringbereich zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt des Bohrlochs gespritzt. Der ringförmige Bereich zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem neuen Abschnitt des Bohrlochs wird daraufhin fluidmäßig vom Innenbereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn isoliert. Ein nicht-aushärtbares Fluidmaterial wird daraufhin in den Innenbereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn gespritzt. Die rohrförmige Auskleidung wird von dem Dorn weggepreßt. Die Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem bereits existierenden Einfassungsring wird abdichtet. Die rohrförmige Auskleidung wird durch die Überlappung mit dem bereits existierenden Einfassungsring getragen bzw. gestützt. Der Dorn wird aus dem Bohrloch entfernt. Die Unversehrtheit der Dichtung der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und dem bereits existierenden Einfassungsring wird getestet. Zumindest ein Teil der zweiten Menge des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials wird aus dem Innern der rohrförmigen Auskleidung entfernt. Die verbleibenden Teile des flüssigen aushärtbaren Fluidichtungsmaterials werden ausgehärtet. Zumindest ein Teil des ausgehärteten aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in der rohrförmigen Auskleidung wird entfernt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements bereitgestellt, die ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh enthält. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und enthält einen zweiten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden bzw. an diesen gekoppelt. Der Schuh ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden bzw. an diese gekoppelt und umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß. Die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe sind betriebsmäßig verbunden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements bereitgestellt, welches ein Tragelement, einen aufweitbaren Dorn, ein rohrförmiges Element, einen Schuh und zumindest ein Dichtungselement enthält. Das Tragelement enthält einen ersten Fluiddurchlaß, einen zweiten Fluiddurchlaß und ein Durchsatzsteuerventil, welches mit den ersten und zweiten Fluiddurchlässen verbunden ist. Der aufweitbare Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und enthält einen dritten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden und enthält ein Dichtungselement oder mehrere Dichtungselemente. Der Schuh ist mit dem rohrförmigen Element verbunden und enthält einen vierten Fluiddurchlaß. Das zumindest eine Dichtungselement ist dazu ausgelegt, das Eindringen von Fremdmaterial in einen Innenbereich des rohrförmigen Elements zu verhindern.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verbinden bzw. Vereinigen eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element bereitgestellt, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, wobei das Verfahren vorsieht, einen Dorn in einem Innenbereich des zweiten rohrförmigen Elements zu positionieren. Ein Teil eines Innenbereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird unter Druck gesetzt, und das zweite rohrförmige Element wird von dem Dorn weg in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element gepreßt.



In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine rohrförmige Auskleidung bereitgestellt, welche ein rohrförmiges Element mit einem Dichtungselement oder mehreren Dichtungselementen an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements enthält, und einen Druckentlastungsdurchlaß bzw. mehrere Druckentlastungsdurchlässe an einem Endabschnitt des rohrförmigen Elements.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, die eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus ausgehärtetem Fluidichtungsmaterial enthält. Die rohrförmige Auskleidung wird durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung vom Dorn wegzupressen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Rückbindungsauskleidung zum Auskleiden einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, die eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus ausgehärtetem Fluidichtungsmaterial enthält. Die rohrförmige Auskleidung wird durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung von einem Dorn wegzupressen. Der ringförmige Körper des ausgehärteten Fluidichtungsmaterials ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements bereitgestellt, die ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schub enthält. Das Tragelement enthält einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden. Der Dorn enthält einen zweiten Fluiddurchlaß, der mit dem ersten Fluiddurchlaß betriebsmäßig verbunden ist, einen Innenabschnitt und einen Außenabschnitt.

Der Innenabschnitt des Dorns ist bohrbar bzw. aufbohrbar. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schub ist mit dem rohrförmigen Element verbunden. Der Schub enthält einen dritten Fluiddurchlaß, der betriebsmäßig mit dem zweiten Fluiddurchlaß verbunden ist, einen Innenabschnitt und einen Außenabschnitt. Der Innenabschnitt des Schubs ist bohrbar bzw. aufbohrbar.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Brunnen-Kopfende bereitgestellt, welches einen äußeren Einfassungsring und mehrere konzentrische innere Einfassungsringe umfaßt, die mit dem äußeren Einfassungsring verbunden sind. Der innere Einfassungsring ist durch Kontaktdruck zwischen einer Außenseite des inneren Einfassungsringes und einer Innenseite des äußeren Einfassungsringes getragen. (Einfassungsring ist nachfolgend auch als "Einfassung" bezeichnet.)

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Brunnen-Kopfende bereitgestellt, das einen äußeren Einfassungsring enthält, der zumindest teilweise in einer Brunnenbohrung positioniert ist, und mehrere im wesentlichen konzentrische innere Einfassungsringe, die mit der Innenseite des äußeren Einfassungsringes verbunden sind. Ein innerer Einfassungsring oder mehrere innere Einfassungsringe sind mit dem äußeren Einfassungsring durch Aufweiten von einem oder mehreren der inneren Einfassungsringe in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren Einfassungsringes verbunden.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Ausbilden eines Brunnen-Kopfendes bereitgestellt, welches das Bohren einer Brunnenbohrung umfaßt. Ein äußerer Einfassungsring ist zumindest teilweise in einem oberen Teil der Brunnenbohrung positioniert. Ein erstes rohrförmiges Element ist in dem äußeren Einfassungsring positioniert. Zumindest ein

Teil des ersten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einer Innenseite des äußeren Einfassungsringes aufgeweitet. Ein zweites rohrförmiges Element ist in dem äußeren Einfassungsring und dem ersten rohrförmigen Element positioniert. Zumindest ein Teil des zweiten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit dem inneren Abschnitt des äußeren Einfassungsringes aufgeweitet.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische sowie überlappende innere rohrförmige Elemente enthält, die mit dem äußeren rohrförmigen Element verbunden sind. Jedes innere rohrförmige Element ist durch Kontaktdruck zwischen einer Außenseite des inneren Gehäuses und einer Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements getragen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische innere rohrförmige Elemente enthält, die mit einer Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements durch den Prozeß verbunden sind, eines oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements aufzuweiten.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, die ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element umfaßt, das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements ist im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, die ein rohrförmiges Element mit zumindest einem dünnen Wandungsabschnitt und einem dicken Wandungsabschnitt und ein zusammendrückbares ringförmiges Element umfaßt, das mit jedem dünnen Wandabschnitt verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen einer Einfassung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, bereitgestellt, welches das Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch unter Verwendung eines Abstütz- bzw. Tragelements vorsieht. Ein Fluidmaterial wird in das Bohrloch eingespritzt. Ein innerer Bereich des Dorns wird unter Druck gesetzt. Ein Abschnitt des Dorns wird relativ zu dem Tragelement verschoben. Die rohrförmige Auskleidung wird aufgeweitet.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Brunnenbohrungseinfassung bereitgestellt, die ein erstes rohrförmiges Element umfaßt, das einen ersten Innendurchmesser besitzt, und ein zweites rohrförmiges Element, das einen zweiten Innendurchmesser umfaßt, der im wesentlichen gleich dem ersten Innendurchmesser ist, verbunden mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung. Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente werden durch den Prozeß verbunden, einen Teil des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements zu verformen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements bereitgestellt, welches ein Tragelement mit einem Fluiddurchlaß umfaßt, einen Dorn, der beweglich mit dem Tragelement verbunden ist, das in einem Aufweitungskonus enthalten ist, die festgelegt ist in

und positioniert ist zwischen dem Tragelement und dem Dorn, fluidmäßig verbunden mit dem ersten Fluiddurchlaß, und einen oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das rohrförmige Element zu tragen.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die ein oder mehrere massive rohrförmige Elemente umfaßt, wobei jedes massive rohrförmige Element eine oder mehrere externe Dichtungen umfaßt, ein oder mehrere geschlitzte rohrförmige Elemente, die mit dem massiven rohrförmigen Element verbunden sind, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element bereitgestellt, wobei das erste rohrförmige Element mit einem Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements bereitgestellt wird, umfassend das Positionieren eines Dorns im inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements. Ein Teil des inneren Bereichs des Dorns wird unter Druck gesetzt. Der Dorn wird relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element verschoben. Zumindest ein Teil des zweiten rohrförmigen Elements wird von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element weggepreßt.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Vorrichtung bereitgestellt, die ein oder mehrere primäre massive Rohre umfaßt, wobei jedes primäre massive Rohr eine oder mehrere externe Ringdichtungen, n geschlitzte Rohre, die mit den primären massiven Rohren verbunden sind, n-1 massive Zwischenrohre, die mit den geschlitzten Rohren verbunden und zwischen diesen in geschachtelter Anordnung angeordnet sind, wobei jedes massive Zwischenrohr eine oder mehrere externe Ringdichtungen aufweist, und einen Schuh umfaßt, der mit einem der geschlitzten Rohre verbunden ist.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Isolieren einer ersten unterirdischen Zone von einer zweiten unterirdischen Zone in einer Brunnenbohrung bereitgestellt, welches das Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Brunnenbohrung umfaßt, wobei die primären massiven Rohre die erste unterirdische Zone queren. Ein oder mehrere geschlitzte Rohre sind in der Brunnenbohrung vorgesehen, wobei die geschlitzten Rohre die zweite unterirdische Zone queren. Die geschlitzten Rohre und die massiven Rohre werden fluidmäßig verbunden. Der Durchgang von Fluiden von der ersten unterirdischen Zone zu der zweiten unterirdischen Zone in der Brunnenbohrung außerhalb der massiven und geschlitzten Rohre wird verhindert.

In Übereinstimmung mit einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Extrahieren bzw. Herausfordern von Materialien aus einer unterirdischen Produktionszone in einer Brunnenbohrung bereitgestellt, wobei zumindest ein Teil der Brunnenbohrung eine Einfassung enthält, wobei das Verfahren das Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Brunnenbohrung umfaßt. Die primären massiven Rohre in der Einfassung sind fluidmäßig verbunden.

Ein oder mehrere geschlitzte Rohre sind in der Brunnenbohrung positioniert, wobei die geschlitzten Rohre die unterirdische Produktionszone queren. Die geschlitzten Rohre sind fluidmäßig mit den massiven Rohren verbunden. Die unterirdische Produktionszone ist fluidmäßig von zumindest einer weiteren unterirdischen Zone in der Brunnenbohrung isoliert. Zumindest eines der geschlitzten Rohre ist fluidmäßig

Big von der unterirdischen Produktionszone isoliert.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung des Bohrens eines neuen Abschnitts eines Brunnenbohrlochs,

Fig. 2 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung der Platzierung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Erstellen einer Einfassung in den neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 3 eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung des Einspritzens einer ersten Menge eines aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials in den neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 3a eine weitere fragmentarische Querschnittsansicht des Einspritzens einer ersten Menge eines aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials in den neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 4 eine fragmentarische Querschnittsansicht des Einspritzens einer zweiten Menge eines aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials in den neuen Abschnitt eines Brunnenbohrlochs,

Fig. 5 eine fragmentarische Querschnittsansicht des Bohrens eines Teils des ausgehärteten aushärtbaren Fluiddichtungsmaterials aus dem neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 6 eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform der Überlappungsverbindung zwischen zwei benachbarten rohrförmigen Elementen,

Fig. 7 eine fragmentarische Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung zum Erstellen eines Gehäuses in einem Brunnenbohrloch,

Fig. 8 eine fragmentarische Querschnittsansicht des Platzierens eines aufgeweiteten rohrförmigen Elements in einem weiteren rohrförmigen Element,

Fig. 9 eine Querschnittsansicht zur Erläuterung einer bevorzugten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Ausbildung einer Einfassung, enthaltend einen aufbohrbaren Dorn und einen Schuh,

Fig. 9a eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von Fig. 9,

Fig. 9b eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von Fig. 9,

Fig. 9c eine weitere Querschnittsansicht der Vorrichtung von Fig. 9,

Fig. 10a eine Querschnittsansicht einer Brunnenbohrung, enthaltend ein Paar von benachbarten sich überlappenden Einfassungsringen,

Fig. 10b eine Querschnittsansicht einer Vorrichtung und eines Verfahrens zur Erstellung einer rückbindbaren Auskleidung unter Verwendung eines aufweitbaren rohrförmigen Elements,

Fig. 10c eine Querschnittsansicht zur Erläuterung des Pumpens von Fluiddichtungsmaterial in den Ringbereich zwischen dem rohrförmigen Element und dem existierenden Einfassungsring,

Fig. 10d eine Querschnittsansicht zur Erläuterung des Unterdrucksetzens des Innern des rohrförmigen Elements unter dem Dorn,

Fig. 10e eine Querschnittsansicht zur Erläuterung des Pressens des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn,

Fig. 10f eine Querschnittsansicht zur Erläuterung der Rückbindungsaukleidung vor dem Ausbohren des Schuhs und eines Dichtungsstücks,

Fig. 10g eine Querschnittsansicht zur Erläuterung der fertiggestellten Rückbindungsaukleidung, die unter Verwendung eines aufweitbaren rohrförmigen Elements erstellt ist,

Fig. 11c eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Er-

läuterung des Bohrens eines neuen Abschnitts eines Brunnenbohrlochs,

Fig. 11b eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung der Platzierung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufhängen einer rohrförmigen Auskleidung in einem neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 11c eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung des Einspritzens einer ersten Menge eines Fluidmaterials in den neuen Abschnitt des Brunnenbohrlochs,

Fig. 11d eine fragmentarische Querschnittsansicht zur Erläuterung des Einführens eines Schleifankers in den neuen Abschnitt des neuen Brunnenbohrlochs,

Fig. 11e eine fragmentarische Querschnittsansicht des Einspritzens einer zweiten Menge eines aushärtbaren Fluidichtungsmaterials bzw. flüssigen Dichtungsmaterials in den neuen Abschnitt der Brunnenbohrung,

Fig. 11f eine fragmentarische Querschnittsansicht der Vervollständigung der rohrförmigen Auskleidung,

Fig. 12 eine Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform eines Brunnen-Kopfende-Systems unter Verwendung von aufweitbaren rohrförmigen Elementen,

Fig. 13 eine partielle Querschnittsansicht einer bevorzugten Ausführungsform des Brunnen-Kopfende-Systems gemäß Fig. 12,

Fig. 14a die Ausbildung einer Ausführungsform einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 14b eine weitere Ausbildung der Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 14c eine weitere Ausbildung der Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 14d eine weitere Ausbildung der Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 14e eine weitere Ausbildung der Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 14f eine weitere Ausbildung der Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 15 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 15a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 15,

Fig. 15b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 15,

Fig. 16 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 17 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 17a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 16,

Fig. 17b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 16,

Fig. 18 eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser,

Fig. 19 eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements,

Fig. 19a eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 17,

Fig. 19b eine weitere Darstellung der Vorrichtung von Fig. 17,

Fig. 20 eine Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Ausbildung einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser, und

Fig. 21 die Isolation von unterirdischen Zonen unter Verwendung von aufweitbaren Rohren bzw. von aufweisbarem Rohrwerk.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausbilden einer

Brunnenbohrungseinfassung in einer unterirdischen Formation sind nachfolgend erläutert. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben die Ausbildung einer Brunnenbohrungseinfassung in einer unterirdischen Formation durch Platzieren eines rohrförmigen Elements und eines Dorns in einem neuen Abschnitt einer Brunnenbohrung, gefolgt vom Pressen des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn durch Unterdrucksetzen eines inneren Teils des rohrförmigen Elements. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, benachbarte rohrförmige Elemente in einer Brunnenbohrung zu verbinden bzw. zu vereinigen, und zwar unter Verwendung einer Überlappungsverbindung, die einen Fluid- oder Gasdurchlaß verhindert. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben außerdem das Abstützen eines rohrförmigen Elements durch ein existierendes rohrförmiges Element, indem das neue rohrförmige Element in Eingriff mit dem existierenden rohrförmigen Element aufgeweitet wird. Die Vorrichtung und das Verfahren minimieren außerdem die Verringerung der Bohrungs- bzw. Lochgröße der Brunnenbohrungseinfassung, die erforderlich ist durch Hinzufügen neuer Abschnitte einer Brunnenbohrungseinfassung.

Außerdem werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausbilden einer Rückbindungsauskleidung unter Verwendung eines aufweisbaren rohrförmigen Elements bereitgestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, eine Rückbindungsauskleidung durch Pressen eines rohrförmigen Elements weg von einem Dorn zu erstellen, indem ein innerer Teil des rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt wird. Auf diese Weise wird eine Rückbindungsauskleidung hergestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben außerdem, daß benachbarte rohrförmige Elemente in der Brunnenbohrung verbunden bzw. vereinigt werden, und zwar unter Verwendung einer Überlappungsverbindung, die einen Fluid- und/oder Gasdurchlaß verhindert. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben außerdem, daß ein neues rohrförmiges Element durch ein existierendes rohrförmiges Element abgestützt wird, indem das neue rohrförmige Element in Eingriff mit dem existierenden rohrförmigen Element aufgeweitet wird.

Außerdem werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufweiten des rohrförmigen Elements bereitgestellt, aufweisend ein aufweisbares rohrförmiges Element, einen Dorn und einen Schuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bestehen die inneren Teile der Vorrichtung aus Materialien, welche es erlauben, daß die inneren Teile unter Verwendung einer herkömmlichen Bohrvorrichtung entfernt werden. Auf diese Weise kann im Falle einer Fehlfunktion in einem tiefliegenden Lochbereich die Vorrichtung problemlos entfernt werden.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufhängen einer aufweisbaren rohrförmigen Auskleidung in einer Brunnenbohrung werden außerdem bereitgestellt. Das Verfahren und die Vorrichtung erlauben es, eine rohrförmige Auskleidung an einem existierenden Abschnitt einer Einfassung anzubringen. Die Vorrichtung und das Verfahren sind außerdem anwendbar auf das Verbinden bzw. Vereinigen von rohrförmigen Elementen im allgemeinen.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausbilden eines Brunnen-Kopfende-Systems werden außerdem bereitgestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben es, daß ein Brunnen-Kopfende ausgebildet wird, enthaltend eine Anzahl von aufweisbaren rohrförmigen Elementen, die in konzentrischer Anordnung positioniert sind. Das Brunnen-Kopfende umfaßt bevorzugt einen äußeren Einfassungsring, der mehrere konzentrische Einfassungsringe unter Verwendung von Kontaktdruck zwischen den inneren Einfassungsringen und dem äußeren Einfassungsring trägt. Das resultierende Brunnen-Kopfende-System macht viele der üblicher-

weise erforderlichen Spulen unnötig, verringert die Höhe des Weihnachtsbaums unter Erleichterung der Bedienung, verringert die Lasttragbereiche des Brunnen-Kopfendes, was zu einem stabileren System führt, und beseitigt teure und aufwendige Aufhängungssysteme.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ausbildung einer Brunnenbohrungsfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser werden außerdem bereitgestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben die Erzeugung einer Brunnenbohrung in einer Brunnenbohrung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser. Auf diese Weise wird der Betrieb einer Öl- oder Gasquelle bzw. eines Brunnens stark vereinfacht.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufweiten von rohrförmigen Elementen werden außerdem bereitgestellt. Das Verfahren und die Vorrichtung verwenden eine Kolben-Zylinder-Konfiguration, demnach eine unter Druck gesetzte Kammer verwendet wird, um einen Dorn anzutreiben, um rohrförmige Elemente aufzuweiten. Auf diese Weise können höhere Betriebsdrücke verwendet werden. Während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses wird das rohrförmige Element niemals einem direkten Kontakt mit den Betriebsdrücken ausgesetzt. Auf diese Weise wird eine Beschädigung am rohrförmigen Element verhindert, während außerdem eine gesteuerte radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements in einer Brunnenbohrung möglich ist.

Außerdem werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Ausbilden einer Brunnenbohrungsfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser bereitgestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren verwenden eine Kolben-Zylinder-Konfiguration, demnach eine unter Druck gesetzte Kammer verwendet wird, um einen Dorn anzutreiben, um rohrförmige Elemente radial aufzuweiten. Auf diese Weise können höhere Betriebsdrücke verwendet werden. Während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses wird das rohrförmige Element niemals direktem Kontakt mit den Betriebsdrücken ausgesetzt. Auf diese Weise wird eine Beschädigung des rohrförmigen Elements verhindert, während eine gesteuerte radiale Aufweitung des rohrförmigen Elements in einer Brunnenbohrung möglich ist.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Isolieren von einer oder mehreren unterirdischen Zonen von einer anderen oder mehreren anderen unterirdischen Zonen werden außerdem bereitgestellt. Die Vorrichtung und das Verfahren erlauben das Isolieren einer Produktionszone von einer Nicht-Produktionszone unter Verwendung einer Kombination aus massiven und geschlitzten Rohren. Bei der Produktionsbetriebsart werden die Lehren der vorliegenden Offenbarung in Kombination mit einer herkömmlichen Produktionsbeendigungsanlage und Verfahren unter Verwendung einer Reihe von Dichtungsstücken, von massivem Rohrwerk, von perforiertem Rohrwerk und von Gleitbuchsen eingesetzt, die in die offenbarte Vorrichtung eingeführt werden, um eine Vereinigung und/oder eine Isolation der unterirdischen Zonen miteinander bzw. voneinander zu ermöglichen.

Zunächst unter Bezug auf Fig. 1 bis 5 wird eine Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Bilden einer Brunnenbohrungsfassung in einer unterirdischen Formation erläutert. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist die Brunnenbohrung 100 in einer unterirdischen Formation 105 angeordnet. Die Brunnenbohrung 100 umfaßt einen existierenden Einfassungsabschnitt 110 mit einer ringförmigen Einfassung bzw. einem ringförmigen Einfassungsring 115 und einer äußeren Zementringschicht 120.

Um die Brunnenbohrung 100 in die unterirdische Formation 105 einzubringen bzw. zu vertiefen, wird eine Bohrstange 125 in bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation 105 zur Bildung eines neuen

Abschnitts 130 zu bohren.

Wie in Fig. 2 gezeigt, wird daraufhin eine Vorrichtung 200 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungsfassung in einer unterirdischen Formation in den neuen Abschnitt 130 der Brunnenbohrung 100 positioniert. Die Vorrichtung 200 umfaßt bevorzugt einen aufweitbaren Dorn bzw. einen (aufweitbaren) Molch 205, ein rohrförmiges Element 210, einen Schuh 215, eine untere Becherdichtung 220, eine obere Becherdichtung 225, einen Fluiddurchlaß 230, einen Fluiddurchlaß 235, einen Fluiddurchlaß 240, Dichtungen 245 und ein Tragelement 250.

Der aufweitbare Dorn 205 wird mit dem Trag- bzw. Stützelement 250 verbunden und durch dieses getragen. Der aufweitbare Dorn 205 ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung steuerbar aufzuweiten. Der aufweitbare Dorn 205 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, die in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung modifiziert sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn 205 ein hydraulisches Aufweitungswerkzeug, das im US-Patent Nr. 5 348 095 offenbart ist, dessen Inhalt unter Bezugnahme zum Inhalt vorliegender Anmeldung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Das rohrförmige Element 210 wird durch den aufweitbaren Dorn 205 getragen. Das rohrförmige Element 210 wird in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn 205 weggepreßt. Das rohrförmige Element 210 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), Chrom-13-Stahl-Rohr/Einfassung, oder Kunststoff-Rohr/Einfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element 210 aus OCTG hergestellt, um die Festigkeit nach dem Aufweiten zu maximieren. Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 210 können beispielsweise von ungefähr von 0,75 bis 47 Inch bzw. von 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 210 von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Teleskopiereffekt bei den meisten üblicherweise gebohrten Brunnenbohrungsgrößen zu bewirken. Das rohrförmige Element 210 umfaßt bevorzugt ein massives Element.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Endabschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn 205 einzufangen oder zu verzögern bzw. abzubremesen, wenn er das Wegpressen des rohrförmigen Elements 210 beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements 210 begrenzt, um die Möglichkeit von Knickverformen zu vermeiden. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements 210 ist die Länge des rohrförmigen Elements 210 bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 und 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh 215 ist mit dem aufweitbaren Dorn 205 und dem rohrförmigen Element 210 verbunden. Der Schuh 215 umfaßt einen Fluiddurchlaß 240. Der Schuh 215 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie etwa beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Erfindung offenbarten Einschnappstopfen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 215 einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen, erhält-

lich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um das rohrförmige Element 210 in der Brunnenbohrung optimal zu führen, um eine adäquate Dichtung zwischen den Innen- und Außendurchmessern der Überlappungsverbindung zwischen den rohrförmigen Elementen optimal bereitzustellen, und um eine vollständige Ausbohrung des Schuhs und Stopfens nach Beendigung der Zementierungs- und Wegpreßvorgänge zu erlauben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 215 eine oder mehrere Durchgangs- und Seitenaußelöffnungen in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß 240. Auf diese Weise spritzt der Schuh 215 aushärtbares Fluidichtungsmaterial optimal in den Bereich außerhalb des Schuhs 215 und des rohrförmigen Elements 210. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 215 den Fluiddurchlaß 240, der eine Einlaßgeometrie aufweist, die es ihm erlaubt, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 240 durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß 230 optimal abgedichtet werden.

Die untere Becherdichtung 220 ist mit dem Trag- bzw. Stützelement 250 verbunden und wird durch dieses getragen. Die untere Becherdichtung 220 verhindert, daß Fremdmaterial in den Innenbereich des rohrförmigen Elements 210 benachbart zu dem aufweitbaren Dorn 205 eindringt. Die untere Becherdichtung 220 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher, oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die untere Becherdichtung 220 eine SIP-Becherdichtung, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um Fremdmaterial in optimaler Weise abzublocken und Schmieröl bzw. ein Körper aus Schmieröl aufzunehmen.

Die obere Becherdichtung 225 ist mit dem Tragelement 250 verbunden und durch dieses getragen. Die obere Becherdichtung 225 verhindert, daß Fremdmaterial in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 210 eindringt. Die obere Becherdichtung 225 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder SIP-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Becherdichtung 225 einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise das Eindringen von Fremdmaterial zu verhindern und einen Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß 230 erlaubt es, daß Fluidmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 210 sowie aus diesem heraus unter dem aufweitbaren Dorn 205 gefördert werden können. Der Fluiddurchlaß 230 ist mit dem Tragelement 250 und dem aufweitbaren Dorn 205 verbunden und darin positioniert. Der Fluiddurchlaß 230 erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Oberfläche zu dem Boden des aufweitbaren Dorns 205. Der Fluiddurchlaß 230 ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung 200 positioniert.

Der Fluiddurchlaß 230 dient in der Einfassungsregelungsbetriebsart bevorzugt dazu, Materialien zu fördern, wie etwa Bohrschlamm oder Formationsfluide, und zwar mit Durchsätzen und Drücken im Bereich von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi, um den Schleppwiderstand auf das rohrförmige Element, welches verlegt wird, zu minimieren, und um auf die Brunnenbohrung ausgeübte Stoß-

drücke zu minimieren, die zu einem Verlust an Brunnenbohrungsfluiden und zu einem Einbrechen des Lochs führen könnten.

Der Fluiddurchlaß 235 erlaubt es, daß Fluidmaterial aus dem Fluiddurchlaß 230 freigegeben wird. Auf diese Weise können während des Plazierens der Vorrichtung 200 innerhalb des neuen Abschnitts 130 der Brunnenbohrung 100 Fluidmaterialien 255, die den Fluiddurchlaß 230 nach oben gedrängt und in die Brunnenbohrung 100 über dem rohrförmigen Element 210 freigegeben werden, wodurch Druckstöße auf den Brunnenbohrungsabschnitt 130 minimiert werden. Der Fluiddurchlaß 235 ist mit dem Tragelement 250 verbunden und in diesem positioniert. Der Fluiddurchlaß ist außerdem fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß 230 verbunden.

Der Fluiddurchlaß 235 enthält bevorzugt ein Steuerventil zum steuerbaren Öffnen und Schließen des Fluiddurchlasses 235. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Steuerventil durch Druck aktiviert, um in steuerbarer Weise Stoßdrücke zu minimieren. Der Fluiddurchlaß 235 ist bevorzugt im wesentlichen senkrecht zu der Mittellinie der Vorrichtung 200 positioniert.

Der Fluiddurchlaß 235 ist bevorzugt gewählt, um Fluidmaterialien mit Strömungsgeschwindigkeiten und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um den Schleppwiderstand auf die Vorrichtung 200 während der Einführung in den neuen Abschnitt 130 der Brunnenbohrung 100 zu verringern, und um Stoßdrücke auf den neuen Brunnenbohrungsabschnitt 130 zu minimieren.

Der Fluiddurchlaß 240 erlaubt es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 210 und des Schuhs 215 sowie in diesen gefördert werden. Der Fluiddurchlaß 240, der mit dem Schuh 215 verbunden und in diesem positioniert ist, der sich in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements 210 unterhalb des aufweitbaren Dorns 205 befindet. Der Fluiddurchlaß 240 hat bevorzugt eine Querschnittsform, die es einem Stopfen oder einer ähnlichen Vorrichtung erlaubt, in dem Fluiddurchlaß 240 plaziert zu werden, um dadurch den weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu versperren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements 210 unter dem aufweitbaren Dorn 205 fluidmäßig vom Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 210 isoliert werden. Dies erlaubt es, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements 210 unter dem aufweitbaren Dorn 205 unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddurchlaß 214 ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung 200 positioniert.

Der Fluiddurchlaß 240 ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxid(harze), mit hohen Geschwindigkeiten und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 210 und dem neuen Abschnitt 130 der Brunnenbohrung 100 mit Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt der Fluiddurchlaß 240 eine Einlaßgeometrie, die es ihm erlaubt, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 240 durch Einführen eines Stopfens, eines Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß 230 abgedichtet werden.

Die Dichtungen 245 sind mit einem Endabschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 verbunden und werden durch diesen getragen. Die Dichtungen 245 sind auf einer Außenfläche bzw. Außenseite 265 des Endabschnitts 260 des rohrförmigen Elements 210 positioniert. Die Dichtungen 245 er-

lauben es, daß die Überlappingsverbindung zwischen dem Endabschnitt 270 der Einfassung 115 und dem Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 fluidmäßig abgedichtet wird. Die Dichtungen 245 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidharzdichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen 245 aus Stratalock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, geformt, um in optimaler Weise einen Lasttragegrenzflächensitz zwischen dem Ende 260 des rohrförmigen Elements 210 und dem Ende 270 der existierenden Einfassung 115 bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen 245 ausgewählt, um in optimaler Weise eine ausreichende Reibungskraft bereitzustellen, um das aufgeweitete rohrförmige Element 210 von der existierenden Einfassung 215 zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Reibungskraft, die in optimaler Weise durch die Dichtungen 245 bereitgestellt wird, von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete Rohrelement 210 zu tragen.

Das Tragelement 250 ist mit dem aufweitbaren Dorn 205, dem rohrförmigen Element 210, dem Schuh 215 und den Dichtungen 220 und 225 getragen. Das Tragelement 250 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung 200 in den neuen Abschnitt 130 der Brunnenbohrung 100 zu überführen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 250 außerdem einen oder mehrere herkömmliche Zentrierer (nicht gezeigt), um zum Stabilisieren der Vorrichtung 200 beizutragen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Menge an Schmiermittel 275 in dem ringförmigen Bereich über dem aufweitbaren Dorn 205 im Innern des rohrförmigen Elements 210 vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements 210 weg von dem aufweitbaren Dorn 205 erleichtert. Das Schmiermittel 275 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie etwa beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel 275 Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise Schmierung bereitzustellen, um den Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß zu erleichtern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement 250 sorgfältig gereinigt, bevor es an den verbleibenden Abschnitten der Vorrichtung 200 montiert wird. Auf diese Weise wird das Eindringen von Fremdmaterial in die Vorrichtung 200 minimiert. Dies wiederum minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 200 verstopft.

Vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung 200 in dem neuen Abschnitt 130 der Brunnenbohrung 100 werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mehrere Brunnenbohrungsvolumina umgewälzt, um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in der Brunnenbohrung 100 zurückbleibt, welches die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 200 verstopfen könnte, und um sicherzustellen, daß störender Eingriff mit Fremdmaterial beim Aufweitungsprozeß bzw. Wegpreßprozeß keinen störenden Eingriff verursacht.

Wie in Fig. 3 gezeigt, wird der Fluiddurchlaß 235 daraufhin geschlossen und ein aushärtbares Fluidichtungsmate-

rial 305 wird ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 230 gepumpt. Das Material 305 gelangt daraufhin von dem Fluiddurchlaß 230 in den Innenbereich 310 des rohrförmigen Elements 210 unterhalb des aufweitbaren Dorns 205. Das Material 305 gelangt daraufhin vom Innenbereich 310 in den Fluiddurchlaß 240. Das Material 305 verläßt daraufhin die Vorrichtung 200 und füllt den ringförmigen Bereich 315 zwischen dem Äußeren des rohrförmigen Elements 210 und der Innenwand des neuen Abschnitts 130 der Brunnenbohrung 100. Fortgesetztes Pumpen des Materials 305 führt dazu, daß das Material 305 zumindest einen Teil des ringförmigen Elements 315 auffüllt.

Das Material 305 wird bevorzugt in den ringförmigen Bereich 315 mit Drücken und Strömungsgeschwindigkeiten gepumpt, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Die optimale Strömungsgeschwindigkeit und die optimalen Betriebsdrücke können als Funktion der Einfassung und der Brunnenbohrungsgrößen, der Brunnenbohrungsquerschnittslänge, der verfügbaren Pumpeinrichtung und den Fluideigenschaften des gepumpten Fluidmaterials variieren. Die optimale Strömungsgeschwindigkeit und der optimale Betriebsdruck werden bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 305 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluidichtungsmaterialien umfassen, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxidharz. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 305 gemischten Zement, zubereitet insbesondere für den speziellen Brunnenabschnitt, der gebohrt wird, von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um eine optimale Abstützung für das rohrförmige Element 210 bereitzustellen, während optimale Strömungs- bzw. Durchsatzeigenschaften beibehalten werden, um Schwierigkeiten während der Verschiebung von Zement in den ringförmigen Bereich 315 zu minimieren. Die optimale Mischung des gemischten Zements wird bevorzugt ermittelt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Der ringförmige Bereich 315 wird bevorzugt mit dem Material 305 in ausreichenden Mengen gefüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements 210 der ringförmige Bereich 315 des neuen Abschnitts 130 der Brunnenbohrung 100 mit Material 305 gefüllt wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 3a gezeigt, werden die Wanddicke und/oder der Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 210 in dem Bereich benachbart zu dem Dorn 205 verringert, um in optimaler Weise das Platzieren der Vorrichtung 200 in Positionen in der Brunnenbohrung mit engen Toleranzen bzw. Freiräumen zu ermöglichen. In derselben Weise wird der Beginn der radialen Aufweitung des rohrförmigen Elements 210 während des Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozesses in optimaler Weise erleichtert.

Sobald, wie in Fig. 4 gezeigt, der ringförmige Bereich 315 angemessen mit Material 305 gefüllt ist, wird ein Stopfen 405 oder eine ähnliche Einrichtung in den Fluiddurchlaß 240 eingeführt, um dadurch den inneren Bereich 310 von dem ringförmigen Bereich 305 fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial 306 daraufhin in den inneren Bereich 310 gepumpt, wodurch der innere Bereich veranlaßt wird, unter Druck gesetzt zu werden. Auf diese Weise enthält das Innere des aufweitbaren rohrförmigen Elements 210 eine ausreichende Menge von ausgehärtetem Material 305. Dies verringert und vereinfacht die Kosten des gesamten



Prozesses. Alternativ kann das Material 305 während dieser Phase des Prozesses verwendet werden.

Sobald der innere Bereich 310 ausreichend unter Druck gesetzt ist, wird das rohrförmige Element 210 von dem aufweitbaren Dorn 205 weggepreßt. Während des Wegpreß- bzw. Aufweitungsprozesses wird der aufweitbare Dorn 205 aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements 210 herausgehoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn 205 während des Wegpreßprozesses ungefähr mit derselben Geschwindigkeit angehoben, wenn das rohrförmige Element 210 aufgeweitet wird, um das rohrförmige Element 210 relativ zu dem neuen Brunnenbohrungsabschnitt 130 stationär zu halten. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform wird der Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß begonnen, wenn das rohrförmige Element 210 über dem Boden des neuen Brunnenbohrungsabschnitts 130 positioniert ist, während der Dorn 205 stationär gehalten wird, wodurch das rohrförmige Element 210 vom Dorn 205 weggepreßt wird und unter Schwerkraft den neuen Brunnenbohrungsabschnitt 130 hinunterfallen kann.

Der Stopfen 405 wird bevorzugt in dem Fluiddurchlaß 240 durch Einführen des Stopfens 405 in den Fluiddurchlaß 230 an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise eingeführt. Der Stopfen 405 wirkt bevorzugt dahingehend, das aushärtbare Fluidichtungsmaterial von dem nicht aushärtbaren Fluidmaterial 306 fluidmäßig zu isolieren.

Der Stopfen 405 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Versperren eines Fluiddurchlasses umfassen, wie etwa beispielsweise von einem Multiple-Stage-Cement(MSC)-Einschnappstopfen bis zu einem Omega-Einschnappstopfen oder einem Drei-Schleifelementeinschnappstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stopfen 405 einen MSC-Einschnappstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach der Platzierung des Stopfens 405 in den Fluiddurchlaß 240 wird ein nicht aushärtbares Fluidmaterial 306 in den inneren Bereich 310 mit Drücken und Strömungsgeschwindigkeiten gepumpt, die beispielsweise von ungefähr 400 bis 10.000 psi bzw. 30 bis 4.000 Gallonen/Minute reichen. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidichtungsmaterial im Innern 310 des rohrförmigen Elements 210 minimiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird nach der Platzierung des Stopfens 405 in dem Fluiddurchlaß 240 das nicht aushärtbare Material 306 bevorzugt in den Bereich 310 mit Drücken und Strömungsgeschwindigkeiten gepumpt, die von ungefähr 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um die Wegpreßgeschwindigkeit zu maximieren.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung 200 dazu ausgelegt, Spannungs-, Berst- und Reibungseffekte auf das rohrförmige Element 210 während des Aufweitungsprozesses zu minimieren. Diese Effekte hängen ab von der Geometrie des Aufweitungsdoms 205, der Materialzusammensetzung des rohrförmigen Elements 210 und des Aufweitungsdoms 205, dem Innendurchmesser des rohrförmigen Elements 210, der Wanddicke des rohrförmigen Elements 210, dem Schmiermittel-Typ und der Dehnfestigkeit des rohrförmigen Elements 210. Üblicherweise gilt, je dicker die Wanddicke, desto kleiner der Innendurchmesser, und je größer die Dehnfestigkeit des rohrförmigen Elements 210, desto größer sind die Betätigungsdrücke, die erforderlich sind, das rohrförmige Element 210 vom Dorn 205 wegzupressen.

Für typische rohrförmige Elemente 210 beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements 210 weg von dem aufweit-

baren Dorn dann, wenn der Druck des Innenbereichs 310 beispielsweise ungefähr 500 bis 9.000 psi erreicht.

Während des Aufweitungsprozesses kann der aufweitbare Dorn 205 aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements 210 mit Geschwindigkeiten angehoben werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5 Fuß/Sekunde reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der aufweitbare Dorn 205 während des Aufweitungsprozesses aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements 210 mit Geschwindigkeiten herausgehoben, die von etwa 0 bis 2 Fuß/Sekunde reichen, um die Zeit zu minimieren, die für den Aufweitungsprozeß erforderlich ist, während außerdem eine problemlose Steuerung des Aufweitungsprozesses ermöglicht wird.

Wenn der Endabschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 von dem aufweitbaren Dorn 205 weggepreßt ist, befindet sich die Außenseite 265 des Endabschnitts 260 des rohrförmigen Elements 210 bevorzugt im Kontakt mit der Innenfläche bzw. Innenseite 410 des Endabschnitts 270 der Einfassung 115, um eine fluiddichte Überlappungsverbindung auszubilden. Der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung von etwa 400 bis 10.000 psi, um einen optimalen Druck bereitzustellen, um die ringförmigen Dichtungselemente 245 zu aktivieren und der axialen Bewegung in optimaler Weise Widerstand entgegenzusetzen, um typische Zug- und Drucklasten aufzunehmen.

Die Überlappungsverbindung zwischen dem Abschnitt 410 der existierenden Einfassung 115 und dem Abschnitt 265 des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 210 ergibt bevorzugt eine Gas- und Fluiddichtung. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente 245 in optimaler Weise eine Fluid- und Gasdichtung in der Überlappungsverbindung bereit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betätigungsdruck und die Strömungsgeschwindigkeit des nicht aushärtbaren Fluidmaterials 306 in gesteuerter Weise stufenweise abgesenkt, wenn der aufweitbare Dorn 205 den Endabschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 erreicht. Auf diese Weise kann eine plötzliche Druckfreigabe, verursacht durch vollständiges Pressen des rohrförmigen Elements 210 weg von dem aufweitbaren Dorn 205 minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck im wesentlichen in linearer Weise ausgehend von 100% bis etwa 10% während des Endes des Wegpreßprozesses verringert, beginnend dann, wenn der Dorn 205 sich etwa 5 Fuß vor Beendigung des Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozesses befindet.

Alternativ oder in Kombination kann ein Stoßabsorber in dem Tragelement 250 vorgesehen sein, um den Stoß zu absorbieren, der durch eine plötzliche Druckfreisetzung verursacht ist. Der Stoßabsorber kann beispielsweise einen beliebigen herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Stoßabsorber umfassen, der zur Verwendung bei Brunnenbohrungsvorgängen geeignet ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangstruktur in dem Endabschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 vorgesehen, um den Dorn 205 einzufangen oder zumindest seine Bewegung zu verzögern.

Sobald der Aufweitungsprozeß bzw. der Wegpreßprozeß beendet ist, wird der aufweitbare Dorn 205 aus der Brunnenbohrung 100 entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach Entfernung des aufweitbaren Dorns 205 die Unversehrtheit der Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 und dem unteren

Abschnitt 270 der Einfassung 115 unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet.

Wenn die Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 und dem unteren Abschnitt 270 der Einfassung 115 zufriedenstellend ist, wird jeglicher nicht ausgehärtete Teil des Materials 305 in dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 210 in herkömmlicher Weise entfernt, wie beispielsweise durch Umwälzen des nicht ausgehärteten Materials aus dem Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 210 heraus. Der Dorn 205 wird daraufhin aus dem Brunnenbohrungsabschnitt 130 herausgezogen und eine Bohrspitze oder eine Fräse wird in Kombination mit einer herkömmlichen Bohranordnung 505 verwendet, um jegliches ausgehärtete Material 305 innerhalb des rohrförmigen Elements 210 auszubohren. Das Material 305 in dem ringförmigen Bereich 315 wird daraufhin aushärten gelassen.

Wie in Fig. 5 gezeigt, wird daraufhin bevorzugt jegliches verbleibende ausgehärtete Material 305 im Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 210 in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges 505 entfernt. Der resultierende neue Abschnitt der Einfassung 510 umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element 210 und eine äußere ringförmige Schicht 515 aus ausgehärtetem Material 305. Der Bodenabschnitt der Vorrichtung 200 mit dem Schuh 215 und dem Anker 405 kann daraufhin durch Ausbohren des Schuhs 215 und des Ankers 405 unter Verwendung herkömmlicher Bohrverfahren entfernt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 6 gezeigt, umfaßt der obere Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 ein oder mehrere Dichtungselemente 605 und ein oder mehrere Druckfreigabe- bzw. -entlastungslöcher 610. Auf diese Weise wird die Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt 270 der Einfassung 115 und dem oberen Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 druckdicht gemacht, und der Druck auf die Innen- und Außenseiten des rohrförmigen Elements 210 wird während des Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozesses vergleichmäßig.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Dichtungselemente 605 in die Vertiefung 615 eingesetzt, die in einer Außenseite 265 des oberen Abschnitts 260 des rohrförmigen Elements 210 gebildet sind. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform werden die Dichtungselemente 605 auf die Außenseite 265 des oberen Abschnitts 260 des rohrförmigen Elements 210 geklebt oder mit diesem verbunden oder auf diesen geformt. Die Druckfreigabelöcher 610 sind bevorzugt in den letzten wenigen Fuß des rohrförmigen Elements 210 positioniert. Die Druckfreigabelöcher verringern die Betriebsdrücke, die erforderlich sind, den oberen Abschnitt 260 des rohrförmigen Elements 210 aufzuweiten. Diese Verringerung des erforderlichen Betriebsdrucks verringert wiederum die Geschwindigkeit des Dorns 205 bei Beendigung des Aufweitungsprozesses. Diese Verringerung der Geschwindigkeit ihrerseits minimiert den mechanischen Stoß auf die gesamte Vorrichtung 200 bei Beendigung des Aufweitungsprozesses.

In Fig. 7 ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 700 zur Ausbildung einer Einfassung in einer Brunnenbohrung gezeigt, die bevorzugt einen aufweitbaren Dorn oder einen aufweitbaren Molch 705, einen Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn bzw. den Molch, ein rohrförmiges Element 715, einen flachen Schuh 720, eine untere Becherdichtung 725, eine obere Becherdichtung 730, einen Fluiddurchlaß 735, einen Fluiddurchlaß 740, ein Tragelement 745, einen Körper aus einem Schmiermittel 750, eine Überlaufverbindung 755, ein weiteres Tragelement 760

und einen Stabilisator 765 umfaßt.

Der aufweitbare Dorn 750 ist mit dem Tragelement 745 verbunden und durch diesen getragen. Der aufweitbare Dorn 705 ist außerdem mit dem Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn verbunden. Der aufweitbare Dorn 705 ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung in gesteuerter Weise aufgeweitet zu werden. Der aufweitbare Dorn 705 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn 705 ein aufweitbares Hydraulikwerkzeug, welches im wesentlichen im US-Patent Nr. 5 348 095 offenbart ist, deren Inhalt zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Der Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn ist mit dem Tragelement 745 verbunden und durch dieses getragen. Der Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn ist außerdem mit dem aufweitbaren Dorn 705 verbunden. Der Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn kann aus einer beliebigen Anzahl herkömmlicher, kommerziell erhältlicher Materialien erstellt sein, beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Titan oder aus hochfesten Stählen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn aus Material hergestellt, das eine größere Festigkeit besitzt als das Material, aus welchem das rohrförmige Element 715 hergestellt ist. Auf diese Weise kann der Behälter 710 aus einem rohrförmigen Material mit einer geringeren Wanddicke hergestellt werden als das rohrförmige Element 210. Dies erlaubt es dem Behälter 710, durch enge Freiräume hindurchzutreten, wodurch seine Platzierung in der Brunnenbohrung erleichtert wird.

Sobald der Aufweitungsprozeß beginnt und das dickere Material geringerer Festigkeit des rohrförmigen Elements 715 aufgeweitet wird, ist der Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 715 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform größer als der Außendurchmesser des Behälters 710.

Das rohrförmige Element 715 ist mit dem aufweitbaren Dorn 705 verbunden und durch diesen getragen. Das rohrförmige Element 715 wird bevorzugt in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn 705 weggepreßt, wie im wesentlichen unter Bezug auf Fig. 1 bis 6 vorstehend erläutert. Das rohrförmige Element 715 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von Materialien, wie etwa beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), aus Stahl von Fahrzeugqualität oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element 715 aus OCTG hergestellt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element 715 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform hat das rohrförmige Element 715 einen im wesentlichen kreisringförmigen Querschnitt.

Das rohrförmige Element 715 umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt 805, einen Zwischenabschnitt 810 und einen unteren Abschnitt 815. Der obere Abschnitt 805 des rohrförmigen Elements 715 ist bevorzugt festgelegt durch denjenigen Bereich, der in der Nähe des Dornbehälters 710 beginnt und mit dem oberen Abschnitt 820 des rohrförmigen Elements 715 endet. Der Zwischenabschnitt 810 des rohrförmigen Elements 715 ist bevorzugt festgelegt durch den Bereich, der in der Nähe der Oberseite des Dornbehälters 710 beginnt und mit dem Bereich in der Nähe des Dorns 705 endet. Der untere Abschnitt des rohrförmigen Elements 715 ist bevorzugt festgelegt durch den Bereich, der in der Nähe des Dorns 705 beginnt und am Boden 825 des rohrförmigen



migen Elements 715 endet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des oberen Abschnitts 805 des rohrförmigen Elements 715 größer als die Wanddicken der Zwischen- und unteren Abschnitte 810 und 815 des rohrförmigen Elements 715, um in optimaler Weise die Einleitung des Aufweitungsprozesses zu erleichtern, und um in optimaler Weise das Positionieren der Vorrichtung 700 in Stellen der Brunnenbohrung mit engen Freiräumen zu ermöglichen.

Der Außendurchmesser und die Wanddicke des oberen Abschnitts 805 des rohrförmigen Elements 715 können von beispielsweise etwa 1,05 bis 48 Inch bzw. 1/8 bis 2 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen der Außendurchmesser und die Wanddicke des oberen Abschnitts 805 des rohrförmigen Elements 715 von etwa 3,5 bis 16 Inch bzw. 3/8 bis 1,5 Inch.

Der Außendurchmesser und die Wanddicke des Zwischenabschnitts 810 des rohrförmigen Elements 715 können beispielsweise von etwa 2,5 bis 50 Inch bzw. 1/16 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen der Außendurchmesser und die Wanddicke des Zwischenabschnitts 810 des rohrförmigen Elements 715 von etwa 3,5 bis 19 Inch bzw. 1/8 bis 1,25 Inch.

Der Außendurchmesser und die Wanddicke des unteren Abschnitts 815 des rohrförmigen Elements 715 kann beispielsweise von etwa 2,5 bis 50 Inch bzw. 1/16 bis 1,25 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen der Außendurchmesser und die Wanddicke des unteren Abschnitts 810 des rohrförmigen Elements 715 von etwa 3,5 bis 19 Inch bzw. 1/8 bis 1,25 Inch. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Wanddicke des unteren Abschnitts 815 des rohrförmigen Elements 715 zusätzlich vergrößert, um die Festigkeit des Schuhs 720 zu verbessern, wenn bohrbare Materialien, wie etwa beispielsweise Aluminium, verwendet werden.

Das rohrförmige Element 715 umfaßt bevorzugt ein massives rohrförmiges Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Endabschnitt 820 des rohrförmigen Elements 715 geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn 705 einzufangen oder abzubremesen, wenn er das Aufweiten des rohrförmigen Elements 715 beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements 715 begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements 715 ist die Länge des rohrförmigen Elements 715 bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh 720 ist mit dem aufweitbaren Dorn 705 und dem rohrförmigen Element 715 verbunden. Der Schuh 720 umfaßt einen Fluiddurchlaß 740. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 720 einen Einlaßdurchlaß 830 und eine oder mehrere Düsenöffnungen 835. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Querschnittsform des Einlaßdurchlasses 830 dazu ausgelegt, einen Einschnappanker oder andere ähnliche Element zum Blockieren bzw. Sperren des Einlaßdurchlasses 830 aufzunehmen. Das Innere des Schuhs 720 umfaßt bevorzugt einen Körper aus massivem Material 840 zur Erhöhung der Festigkeit des Schuhs 720. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Körper aus massivem Material 840 Aluminium.

Der Schuh 720 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie beispielsweise einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh, einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der

Schuh 720 einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen, der verfügbar ist von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um das Führen des rohrförmigen Elements 715 in der Brunnenbohrung zu optimieren, um die Dichtung zwischen dem rohrförmigen Element 715 und einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung zu optimieren und um ihn optimalerweise die Entfernung des Schuhs 720 zu erleichtern, indem er nach Beendigung des Aufweitungsvorgangs ausgebohrt wird.

Die untere Becherdichtung 725 ist mit dem Tragelement 745 verbunden und durch dieses getragen. Die untere Becherdichtung 725 verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 715 über dem aufweitbaren Dorn 705 eindringen. Die untere Becherdichtung 725 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die untere Becherdichtung 725 einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Schmutzbarriere bereitzustellen und einen Schmiermittelkörper zu halten bzw. rückzuhalten.

Die obere Becherdichtung 730 ist mit dem Tragelement 760 verbunden und durch dieses getragen. Die obere Becherdichtung 730 verhindert, daß Fremdmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 715 eindringen. Die obere Becherdichtung 730 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie beispielsweise TP-Becher oder einen Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Becherdichtung 730 einen SIP-Becher, der erhältlich ist von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Schmutzbarriere bereitzustellen und einen Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß 735 erlaubt es, daß Fluidmaterialien zum inneren Bereich des rohrförmigen Elements 715 unterhalb des aufweitbaren Dorns 705 sowie von diesem weg gefördert werden. Der Fluiddurchlaß 735 ist fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß 740 verbunden. Der Fluiddurchlaß 735 ist bevorzugt mit dem Tragelement 760, dem Tragelement 745, dem Dornbehälter 710 und dem aufweitbaren Dorn 705 verbunden und in diesem positioniert. Der Fluiddurchlaß 715 erstreckt sich bevorzugt ausgehend von einer Position benachbart zu der Oberfläche zu dem Boden des aufweitbaren Dorns 705. Der Fluiddurchlaß 735 ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung 700 positioniert. Der Fluiddurchlaß 735 ist bevorzugt dazu ausgewählt, Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Strömungsgeschwindigkeiten und Drücken zu fördern, die von etwa 40 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 500 bis 9.000 psi, reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betriebsdrücke bereitzustellen, um das rohrförmige Element 715 von dem aufweitbaren Dorn 705 wegzupressen.

Wie vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 6 erläutert, können während der Plazierung der Vorrichtung 700 in einem neuen Abschnitt einer Brunnenbohrung Fluidmaterialien, die den Fluiddurchlaß 735 hinaufgedrängt werden, in die Brunnenbohrung über dem rohrförmigen Element 715 freigegeben werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 700 außerdem einen Druckfreigabedurchlaß, der mit dem Tragelement 760 verbunden und in diesem positioniert ist. Der Druckfreigabe-

durchlaß ist außerdem fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß 735 verbunden. Der Druckfreigabedurchlaß umfaßt bevorzugt ein Steuerventil zum steuerbaren Öffnen und Schließen des Fluiddurchlasses. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Steuerventil druckaktiviert, um in steuerbarer Weise Stoßdrücke zu minimieren. Der Druckfreigabedurchlaß ist bevorzugt im wesentlichen senkrecht zu der Mittellinie der Vorrichtung 700 positioniert. Der Druckfreigabedurchlaß ist bevorzugt gewählt, Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Strömungsgeschwindigkeiten und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 1.000 psi, reichen, um die Verzögerung auf der Vorrichtung 700 während der Einführung in einen neuen Abschnitt einer Brunnenbohrung zu verringern und Stoßdrücke auf den neuen Brunnenbohrungsabschnitt zu minimieren.

Der Fluiddurchlaß 740 erlaubt es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 715 und ausgehend von diesem gefördert werden. Der Fluiddurchlaß 740 ist bevorzugt mit dem Schuh 720 in Fluidverbindung mit dem Innenbereich des rohrförmigen Elements 715 unter dem aufweitbaren Dorn 715 verbunden und innerhalb dieses Schuhs positioniert. Der Fluiddurchlaß 740 besitzt bevorzugt Querschnittsform, die es erlaubt, daß ein Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung in dem Einlaß 830 des Fluiddurchlasses 740 plaziert wird, um dadurch den weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements 715 unter dem aufweitbaren Dorn 705 in optimaler Weise von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 715 fluidmäßig isoliert werden. Dies erlaubt, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements 715 unterhalb des aufweitbaren Dorns 205 unter Druck gesetzt wird.

Der Fluiddurchlaß 740 ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung 700 positioniert. Der Fluiddurchlaß 740 ist bevorzugt gewählt, Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Strömungsgeschwindigkeiten und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. von 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise einen ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 715 und einem neuen Abschnitt der Brunnenbohrung mit Fluidmaterialien zu befüllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß 740 einen Einlaßdurchlaß 830 mit einer Geometrie, die geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 740 abgedichtet werden, indem ein Stopfen, ein Anker und/oder Kugeldichtungselemente in den Fluiddurchlaß 230 eingeführt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 700 außerdem eine oder mehrere Dichtungen 845, die mit dem Endabschnitt 820 des rohrförmigen Elements 715 verbunden und durch diesen getragen sind. Die Dichtungen 845 sind außerdem auf einer Außenseite des Endabschnitts 820 des rohrförmigen Elements 715 positioniert. Die Dichtungen 845 erlauben es, daß die Überlappungsverbindung zwischen einem Endabschnitt der bereits existierenden Einfassung und dem Endabschnitt 820 des rohrförmigen Elements 715 fluidmäßig abgedichtet wird. Die Dichtungen 845 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise Blei, Gummi, Teflon, oder Epoxidichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen 845 Dichtungen, die aus StrataLock-Epoxidharz geformt sind, das erhältlich ist von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung und

einen Lasttragegrenzflächensitz in der Überlappungsverbindung zwischen dem rohrförmigen Element 715 und einer existierenden Einfassung mit optimaler Lasttragefähigkeit bereitzustellen, um das rohrförmige Element 715 zu tragen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen 845 ausgewählt, eine ausreichende Reibungskraft bereitzustellen, um das aufgeweitete rohrförmige Element 715 von der existierenden Einfassung zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Reibungskraft, welche durch die Dichtungen 845 bereitgestellt wird, von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element 715 zu tragen.

Das Tragelement 745 ist bevorzugt mit dem aufweitbaren Dorn 705 und der Überlaufverbindung 755 verbunden. Das Tragelement 745 kann bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit umfassen, um die Vorrichtung 700 in einen neuen Abschnitt einer Brunnenbohrung zu überführen. Das Tragelement 745 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Tragelementen umfassen, wie beispielsweise ein Stahlbohrrohr, ein Spiralschlauchwerk oder ein anderes hochfestes Rohr, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 745 ein herkömmliches Bohrrohr, verfügbar von verschiedenen Stahlwerken in den Vereinigten Staaten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Schmiermittelkörper 750 in dem ringförmigen Bereich über dem Behälter 710 für den aufweitbaren Dorn im Innern des rohrförmigen Elements 715 vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements 715 weg von dem aufweitbaren Dorn 705 erleichtert. Das Schmiermittel 750 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel 750 Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Halliburton Energy Services in Houston, Texas, um in optimaler Weise eine Schmierung bereitzustellen, um den Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß zu erleichtern.

Die Überlaufverbindung 755 ist mit dem Tragelement 745 und dem Tragelement 760 verbunden. Die Überlaufverbindung 755 erlaubt bevorzugt, daß das Tragelement 745 lösbar mit dem Tragelement 760 verbunden ist. Die Überlaufverbindung 755 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Überlaufverbindungen umfassen, wie beispielsweise Innerstring Sealing Adapter, Innerstring Flat-Face Sealing Adapter oder EZ Drill Setting Tool Stinger. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Überlaufverbindung 755 einen Innerstring-Adapter mit einer Upper Guide, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Das Tragelement 760 ist bevorzugt mit der Überlaufverbindung 755 und einer (nicht gezeigten) Oberflächentragstruktur verbunden. Das Tragelement 760 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung 700 in einen neuen Abschnitt einer Brunnenbohrung tragen zu können. Das Tragelement 760 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Tragelementen umfassen, wie beispielsweise Stahlbohrrohr, Spiralschlauchwerk oder andere hochfeste Rohrwerke, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 760 ein herkömmliches Bohrrohr, verfügbar von Stahlwerken in den Vereinigten Staaten.

Der Stabilisator 765 kann bevorzugt mit dem Tragelement 760 verbunden sein. Der Stabilisator 765 stabilisiert außerdem bevorzugt die Bestandteile der Vorrichtung 700 in dem rohrförmigen Element 715. Der Stabilisator 765 umfaßt bevorzugt ein kugelförmiges Element mit einem Ausbendurchmesser, der etwa 80 bis 99% des Innendurchmessers des rohrförmigen Elements 715 entspricht, um in optimaler Weise Knickverformen des rohrförmigen Elements 715 zu minimieren. Der Stabilisator 765 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Stabilisatoren umfassen, wie beispielsweise EZ Drill Star Guides, Dichtungsschuhe oder Schleppblöcke, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stabilisator 765 eine obere Dichtungsadapterführung, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Tragelemente 745 und 760 sorgfältig vor dem Zusammenbau mit den restlichen Teilen der Vorrichtung 700 gereinigt. Auf diese Weise wird der Eintrag von Fremdmaterial in die Vorrichtung 700 minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 700 verstopft.

Vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung 700 innerhalb eines neuen Abschnitts der Brunnenbohrung werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mehrere Brunnenbohrungsvolumina durch die verschiedenen Strömungsdurchlässe der Vorrichtung 700 umgewälzt, um sicherzustellen, daß keine Fremdmaterialien in der Brunnenbohrung angeordnet sind, welche die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 700 verstopfen könnten, und um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in störenden Eingriff mit dem Aufweitungsdom 705 während des Aufweitungsprozesses gelangt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Vorrichtung 700 im wesentlichen so betrieben, wie vorstehend unter Bezug auf Fig. 1-7 erläutert, um einen neuen Einfassungsabschnitt innerhalb einer Brunnenbohrung zu bilden.

Wie in Fig. 8 gezeigt, werden gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform das Verfahren und die Vorrichtung, die vorstehend erläutert sind, verwendet, um eine existierende Brunnenbohrungseinfassung 805 zu reparieren, indem eine rohrförmige Auskleidung 810 innerhalb der existierenden Brunnenbohrungseinfassung 805 gebildet wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine äußere ringförmige Auskleidung aus Zement in dem reparierten Abschnitt weggelassen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kann eine beliebige Anzahl von Fluidmaterialien verwendet werden, um die rohrförmige Auskleidung 810 in innigen Kontakt mit dem beschädigten Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung aufzuweiten, wie beispielsweise Zement, Epoxidharz, Schlackengemisch oder Bohrschlamm. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind Dichtungselemente 815 bevorzugt an beiden Enden des rohrförmigen Elements vorgesehen, um in optimaler Weise eine Fluidichtung bereitzustellen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform ist die rohrförmige Auskleidung 810 innerhalb eines horizontal positionierten Rohrleitungsabschnitts gebildet, so daß diejenigen, die zum Transportieren von Kohlenwasserstoffen oder Wasser verwendet werden, wobei die rohrförmige Auskleidung 810 in überlappender Beziehung mit dem benachbarten Rohrleitungsabschnitt angeordnet wird. Auf diese Weise können unterirdische Rohrleitungen repariert werden, ohne daß sie ausgegraben werden müssen, und ohne daß die beschädigten Abschnitte ersetzt werden müssen.

Gemäß einer weiteren alternativen bevorzugten Ausfüh-

rungsform werden die Vorrichtung und das Verfahren, die vorstehend erläutert sind, verwendet, um eine Brunnenbohrung mit einer rohrförmigen Auskleidung 810 direkt auszukleiden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die äußere ringförmige Auskleidung aus Zement nicht zwischen der rohrförmigen Auskleidung 810 und der Brunnenbohrung vorgesehen. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kann eine beliebige Anzahl von Fluidmaterialien verwendet werden, um die rohrförmige Auskleidung 810 in innigen Kontakt mit der Brunnenbohrung aufzuweiten, wie beispielsweise Zement, Epoxidharz, Schlackengemisch oder Bohrschlamm.

Wie in Fig. 9, 9a, 9b und 9c gezeigt, umfaßt eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 900 zur Ausbildung einer Brunnenbohrungseinfassung ein aufweitbares rohrförmiges Element 902, ein Tragelement 904, einen aufweitbaren Dorn bzw. einen aufweitbaren Molch 906 und einen Schuh 908. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erlauben die Auslegung und Konstruktion des Dorns 906 und des Schuhs eine problemlose Entfernung dieser Elemente, indem sie ausgebohrt werden. Auf diese Weise kann die Anordnung 900 problemlos aus der Brunnenbohrung unter Verwendung einer herkömmlichen Bohrvorrichtung und entsprechender Bohrmethoden entfernt werden.

Das aufweitbare rohrförmige Element 902 umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt 910, einen Zwischenabschnitt 912 und einen unteren Abschnitt 914. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 wird das rohrförmige Element 902 bevorzugt von dem Dorn 906 weg durch Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs 966 des rohrförmigen Elements 902 weggepreßt. Das rohrförmige Element 902 besitzt bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein aufweitbares rohrförmiges Element 915 mit dem oberen Abschnitt 910 des aufweitbaren Elements 902 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 wird das rohrförmige Element 915 bevorzugt von dem Dorn 906 durch Unterdrucksetzen des inneren Bereichs 966 des rohrförmigen Elements 902 weggepreßt. Das rohrförmige Element 915 besitzt bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des rohrförmigen Elements 915 größer als die Wanddicke des rohrförmigen Elements 902.

Das rohrförmige Element 915 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Ölfeld-Rohrwerk, Weichlegierungsstählen, Titan oder Edelmetallen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das rohrförmige Element 915 aus Ölfeld-Rohrwerken hergestellt, um in optimaler Weise ungefähr dieselben mechanischen Eigenschaften wie diejenigen des rohrförmigen Elements 902 bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element 915 einen plastischen Verformungspunkt, der von etwa 40.000 bis 135 psi reicht, um in optimaler Weise ungefähr dieselben Verformungseigenschaften wie für das rohrförmige Element 902 in optimaler Weise bereitzustellen. Das rohrförmige Element 915 kann mehrere rohrförmige Elemente umfassen, die über ihre Enden verbunden sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Endabschnitt des rohrförmigen Elements 915 ein oder mehrere Dichtungselemente zum optimalen Bereitstellen einer Fluid- und/oder Gasdichtung mit einem existierenden Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die kombinierte Länge der rohrförmigen Elemente 902 und 915 begrenzt, um die Möglichkeit von Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien für das rohrförmige Ele-

ment ist die kombinierte Länge der rohrförmigen Elemente 902 und 915 begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der untere Abschnitt 914 des rohrförmigen Elements 902 ist bevorzugt mit dem Schuh 908 durch eine Gewindeverbindung 968 verbunden. Der Zwischenabschnitt 912 des rohrförmigen Elements 902 ist bevorzugt in innigem Gleitkontakt mit dem Dorn 906 angeordnet.

Das rohrförmige Element 902 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Ölfeld-Rohr(werk), Weichlegierungsstählen, Titan oder Edelmetallen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element 902 aus Ölfeld-Rohr(werk) hergestellt, um in optimaler Weise ungefähr dieselben mechanischen Eigenschaften wie für das rohrförmige Element 915 bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt das rohrförmige Element 902 einen plastischen Verformungspunkt im Bereich von etwa 40.000 bis 135.000 psi, um in optimaler Weise ungefähr dieselben Verformungseigenschaften wie für das rohrförmige Element 915 bereitzustellen.

Die Wanddicke der oberen, der sich in Zwischenlage befindenden und der unteren Abschnitte 910, 912 und 914 des rohrförmigen Elements 902 reicht beispielsweise von etwa 1/16 bis 1,5 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke der oberen, der sich in Zwischenlage befindlichen und der unteren Abschnitte 910, 912 und 914 des rohrförmigen Elements 902 von etwa 1/8 bis 1,25 Inch, um in optimaler Weise eine Wanddicke bereitzustellen, die in etwa derjenigen des rohrförmigen Elements 915 entspricht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des unteren Abschnitts 914 geringer oder gleich der Wanddicke des oberen Abschnitts 910, um in optimaler Weise eine Geometrie bereitzustellen, welche in enge Freiräume bzw. enge Spielräume lochabwärts paßt.

Der Außendurchmesser der oberen, sich in Zwischenlage befindlichen und der unteren Abschnitte 910, 912 und 914 des rohrförmigen Elements 902 kann beispielsweise von etwa 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außendurchmesser der oberen, der sich in Zwischenlage befindlichen und der unteren Abschnitte 910, 912 und 914 des rohrförmigen Elements 902 von etwa 3 1/2 bis 19 Inch, um in optimaler Weise die Möglichkeit bereitzustellen, diejenigen Ölfeld-Rohrwerke bzw. -rohre aufzuweiten, die am stärksten verbreitet sind.

Die Länge des rohrförmigen Elements 902 ist bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 2 bis 5 Fuß, um in optimaler Weise genug Länge bereitzustellen, um den Dorn 906 und einen Schmiermittelkörper aufnehmen zu können.

Das rohrförmige Element 902 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen aufweisen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element 902 Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen US-Stahlwerken. Das rohrförmige Element 915 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das rohrförmige Element 915 Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen US-Stahlwerken.

Die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements 902 können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise durch Schraubverbindungen, durch Schweißen oder

durch maschinelles einstückiges Herstellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements 902 unter Einsatz von Schweißen verbunden. Das rohrförmige Element 902 kann mehrere rohrförmige Elemente umfassen, die endweise verbunden sind. Die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements 915 können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise durch Schraubverbindungen, durch Schweißen oder durch maschinelles einstückiges Herstellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des rohrförmigen Elements 915 unter Einsatz von Schweißen verbunden. Das rohrförmige Element 915 kann mehrere rohrförmige Elemente umfassen, die endweise verbunden sind. Die rohrförmigen Elemente 902 und 915 können Einsatz einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden sein, wie beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißen oder durch maschinelles einstückiges Herstellen.

Das Tragelement 904 umfaßt bevorzugt einen Innengestängeadapter 916, einen Fluiddurchlaß 918, eine obere Führung 920 und eine Kupplung bzw. ein Verbindungselement 922. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 trägt das Tragelement 904 bevorzugt die Vorrichtung 900 während der Bewegung der Vorrichtung 900 innerhalb eines Bohrlochs. Das Tragelement 904 weist bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf.

Das Tragelement 904 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise aus Ölfeldrohren, Weichlegierungsstahl, Spiralrohren und Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Tragelement 904 hergestellt aus Weichlegierungsstahl, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 916 ist bevorzugt mit einem herkömmlichen Bohrgestängeträger, ausgehend von einem Oberflächenort aus verbunden, und durch diesen getragen. Der Innengestängeadapter 916 kann mit einem herkömmlichen Bohrgestängeträger 971 durch eine Schraubverbindung 970 verbunden sein.

Der Fluiddurchlaß 918 wird bevorzugt eingesetzt, um Fluide und andere Materialien zu der Vorrichtung 900 und ausgehend von dieser zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 918 fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß 952 verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Fluiddurchlaß 918 verwendet, um aushärtbare Fluidichtungsmaterialien zu der Vorrichtung 900 und von dieser weg zu fördern. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform kann der Fluiddurchlaß 918 einen oder mehrere Druckentlastungs- bzw. Freigabedurchlässe (nicht gezeigt) umfassen, um Fluiddruck während der Positionierung der Vorrichtung 900 innerhalb eines Bohrlochs freizugeben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 918 entlang der gesamten Mittellinie der Vorrichtung 900 positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 918 gewählt, um das Fördern von aushärtbaren Fluidmaterialien mit Betriebsdrücken zu ermöglichen, die von etwa 0 bis 9.000 psi reichen.

Die obere Führung 920 ist mit einem oberen Abschnitt des Tragelements 904 verbunden. Die obere Führung 920 ist bevorzugt an das Zentrum bzw. die Mitte des Tragelements 904 innerhalb des rohrförmigen Elements 915 angepaßt. Die obere Führung 920 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Führungselementen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die obere Führung 920 einen Innengestängeadapter, erhält-

lich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise die Vorrichtung 900 in dem rohrförmigen Element 915 zu führen.

Die Kupplung 922 verbindet das Tragelement 904 mit dem Dorn 906. Die Kupplung 922 umfaßt bevorzugt eine herkömmliche Schraubverbindung.

Die verschiedenen Elemente des Tragelements 904 können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden werden, wie beispielsweise durch Schweißen, Schraubverbinden oder durch maschinelles einstückiges Herstellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Tragelements 904 unter Verwendung von Schraubverbindungen verbunden.

Der Dorn 906 umfaßt bevorzugt einen Halter 924, einen Gummibecker 926, einen Expansionskonus 928, einen unteren Konushalter 930, einen Zementkörper 932, eine untere Führung 934, eine Aufweitungsbuchse 926, einen Abstandhalter 938, ein Gehäuse 940, eine Dichtungsbuchse 942, einen oberen Konushalter 944, einen Schmierdorn 946, eine Schmierbuchse 948, eine Führung 950 und einen Fluiddurchlaß 952.

Der Halter 924 ist mit dem Schmierdorn 946, der Schmierbuchse 948 und dem Gummibecker 926 verbunden. Der Halter 924 verbindet den Gummibecker 926 mit der Schmierbuchse 948. Der Halter 924 weist bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf. Der Halter 924 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Haltern umfassen, wie beispielsweise geschlitzte Federstifte oder Rollstifte.

Der Gummibecker 926 ist mit dem Halter 924, dem Schmierdorn 946 und der Schmierbuchse 948 verbunden. Der Gummibecker 926 erlaubt es, das Eindringen von Fremdmaterial in den inneren Bereich 972 des rohrförmigen Elements 902 unter dem Gummibecker 926 zu verhindern. Der Gummibecker 926 kann beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Gummibecker 926 einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise Fremdmaterial auszusperren.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist ein Schmiermittelkörper außerdem im inneren Bereich 972 des rohrförmigen Elements 902 vorgesehen, um die Grenzfläche zwischen der Außenseite des Dorns 902 und der Innenseite der rohrförmigen Elemente 902 und 915 zu schmieren. Das Schmiermittel kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel, auf Öl basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise eine Schmierung bereitzustellen, um den Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß zu erleichtern.

Der Aufweitungskonus 928 ist mit dem unteren Konushalter 930, dem Zementkörper 932, der unteren Führung 934, der Aufweitungsbuchse 936, dem Gehäuse 940 und dem oberen Konushalter 944 verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während des Betriebs der Vorrichtung 900 die rohrförmigen Elemente 902 und 915 von der Außenseite bzw. Außenfläche des Aufweitungs- dorns 928 weggepreßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird eine axiale Bewegung des Aufweitungskonus 928 verhindert durch den unteren Konushalter 930, das Gehäuse 940 und den oberen Konushalter 944. Eine innere radiale Bewegung des Aufweitungskonus 928 wird verhin-

dert durch den Zementkörper 932, das Gehäuse 940 und den oberen Konushalter 944.

Der Aufweitungskonus 928 besitzt bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Der Außendurchmesser des Aufweitungskonus 928 verläuft bevorzugt verjüngt, um Konusform bereitzustellen. Die Wanddicke des Aufweitungskonus 928 kann beispielsweise von etwa 0,125 bis 3 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des Aufweitungskonus 928 von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise angemessene Druckfestigkeit bei minimalem Material bereitzustellen. Die maximalen und minimalen Außendurchmesser des Aufweitungskonus 928 können beispielsweise von etwa 1 bis 47 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die maximalen und minimalen Außendurchmesser des Aufweitungskonus 928 von etwa 3,5 bis 19 Inch, um in optimaler Weise die Aufweitung des üblicherweise erhältlichen Ölfeld-Rohrwerks zu ermöglichen.

Der Aufweitungskonus 928 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Keramik, Werkzeugstahl, Titan oder Weichlegierungsstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 928 hergestellt aus Werkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Die Oberflächenhärte der Außenseite des Aufweitungskonus 928 kann beispielsweise von etwa 50 Rockwell C bis 70 Rockwell C reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte der Außenseite des Aufweitungskonus 928 von etwa 58 Rockwell C bis 82 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Aufweitungskonus 928 wärmebehandelt, um in optimaler Weise eine harte Außenfläche bereitzustellen und einen elastischen bzw. federnden Innenkörper, um in optimaler Weise Abriebbeständigkeit und Bruchzähigkeit bereitzustellen.

Der untere Konushalter 930 ist mit dem Aufweitungskonus 928 und dem Gehäuse 940 verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 928 durch den unteren Konushalter 930 verhindert. Bevorzugt besitzt der untere Konushalter 930 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Der untere Konushalter 930 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Keramik, Werkzeugstahl, Titan oder Weichlegierungsstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Konushalter 39 hergestellt aus Werkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Die Oberflächenhärte der Außenseite des unteren Konushalters 930 kann beispielsweise von etwa 50 Rockwell C bis 70 Rockwell C reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Oberflächenhärte der Außenseite des unteren Konushalters 930 von etwa 58 Rockwell C bis 62 Rockwell C, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der untere Konushalter 930 wärmebehandelt, um in optimaler Weise eine harte Außenseite und einen elastischen Innenkörper bereitzustellen, um in optimaler Weise Verschleißbeständigkeit und Bruchzähigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der untere Konushalter 930 und der Aufweitungskonus 928 gebildet als integrales einstückiges Element, um die Anzahl von Bauteilen zu verringern und die Gesamtfestigkeit der Vorrichtung zu erhöhen. Die Außenseite des unteren Konushalters 930 paßt bevorzugt zusammen mit den Innenseiten der rohrförmigen Elemente 902 und 915.

Der Zementkörper 932 ist im Innern des Dorns 906 angeordnet. Der Zementkörper 932 stellt eine innere Tragstruktur für den Dorn 906 bereit. Der Zementkörper 932 kann außerdem problemlos unter Verwendung einer herkömmlichen Bohreinrichtung ausgebohrt werden. Auf diese Weise kann der Dorn 906 unter Verwendung einer herkömmlichen Bohreinrichtung problemlos entfernt werden.

Der Zementkörper 932 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Zementverbindungen umfassen. Alternativ können als Ersatz für den Zement Aluminium, Gußeisen oder anderen bohrbare Metalle, Verbundstoffe oder Aggregatmaterialien eingesetzt werden. Der Zementkörper 932 besitzt bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die untere Führung 934 ist mit der Aufweitungsbuchse 936 und dem Gehäuse 940 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 unterstützt die untere Führung 934 bevorzugt die Führung der Bewegung des Dorns 906 in dem rohrförmigen Element 902. Die untere Führung 934 besitzt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die untere Führung 934 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Ölfeldrohren, Weichlegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die untere Führung 934 hergestellt aus Weichlegierungsstahl, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Die Außenseite der unteren Führung 934 paßt bevorzugt mit der Innenseite des rohrförmigen Elements 902 zusammen, um einen Gleitsitz bereitzustellen.

Die Aufweitungsbuchse 936 ist mit der unteren Führung 934 und dem Gehäuse 940 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 unterstützt die Aufweitungsbuchse 936 bevorzugt die Führung der Bewegung des Dorns 906 in dem rohrförmigen Element 902. Die Aufweitungsbuchse 936 besitzt bevorzugt im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die Aufweitungsbuchse 936 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Ölfeldrohren, Weichlegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Aufweitungsbuchse 936 hergestellt aus Weichlegierungsstahl, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Die Außenseite der Aufweitungsbuchse 936 paßt bevorzugt mit der Innenseite des rohrförmigen Elements 902 zusammen, um einen Gleitsitz bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Aufweitungsbuchse 936 und die untere Führung 934 als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl von Bauteilen zu minimieren und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Der Abstandhalter 938 ist mit der Dichtungsbuchse 942 verbunden. Der Abstandhalter 938 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 952 und ist dazu ausgelegt, mit dem Aufweitungsrohr 960 des Schuhs 908 zusammenzupassen. Auf diese Weise kann ein Stopfen oder Anker ausgehend von der Oberfläche durch die Fluiddurchlässe 918 und 952 in den Fluiddurchlaß 962 gefördert werden. Bevorzugt weist der Abstandhalter 938 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt auf. Der Abstandhalter 938 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Abstandhalter 938 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bereitzustellen. Das Ende des Abstandhalters 938 paßt bevorzugt mit dem Ende des Aufweitungsrohrs 960 zusammen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der Abstandhalter 938

und die Dichtungsbuchse 942 als integrales einstückiges Element gebildet, um die Anzahl von Bauteilen zu verringern und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Das Gehäuse 940 ist mit der unteren Führung 934, der Aufweitungsbuchse 936, dem Aufweitungskonus 928, dem Zementkörper 932 und dem unteren Konushalter 930 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 verhindert das Gehäuse 940 bevorzugt eine innere radiale Bewegung des Aufweitungskonus 938. Bevorzugt besitzt das Gehäuse 940 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Das Gehäuse 940 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Ölfeldrohren, Weichlegierungsstahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse 940 hergestellt aus Weichlegierungsstahl, um in optimaler Weise hohe Dehnfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die untere Führung 934, die Aufweitungsbuchse 936 und das Gehäuse 940 hergestellt als integrales einstückiges Element, um die Anzahl von Bauteilen zu minimieren und die Festigkeit der Vorrichtung zu erhöhen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Innenfläche bzw. Innenseite des Gehäuses 940 einen oder mehrere Vorsprünge, um die Verbindung zwischen dem Gehäuse 940 und dem Zementkörper 932 zu erleichtern. Die Dichtungsbuchse 942 ist mit dem Tragelement 904, dem Zementkörper 932, dem Abstandhalter 938 und dem oberen Konushalter 944 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung stellt die Dichtungsbuchse 942 bevorzugt eine Abstützung für den Dorn 906 bereit. Die Dichtungsbuchse 942 ist bevorzugt mit dem Tragelement 904 unter Verwendung der Kupplung 922 verbunden. Bevorzugt besitzt die Dichtungsbuchse 942 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die Dichtungsbuchse 942 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 942 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohrbarkeit der Dichtungsbuchse 942 bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Außenseite der Dichtungsbuchse 942 einen oder mehrere Vorsprünge, um die Verbindung zwischen der Dichtungsbuchse 942 und dem Zementkörper 932 zu erleichtern.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind der Abstandhalter 938 und die Dichtungsbuchse 942 integral als einstückiges Element gebildet, um die Anzahl von Bauteilen zu minimieren.

Der obere Konushalter 944 ist mit dem Aufweitungskonus 928, der Dichtungsbuchse 942 und dem Zementkörper 932 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 verhindert der obere Konushalter 944 bevorzugt eine axiale Bewegung des Aufweitungskonus 928. Bevorzugt besitzt der obere Konushalter 944 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Der obere Konushalter 944 ist hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Konushalter 944 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit des oberen Konushalters 944 bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt der obere Konushalter 944 Querschnittsform, um erhöhte Festigkeit bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt der obere Konushalter



944 eine Querschnittsform, die im wesentlichen i-förmig ist, um eine erhöhte Festigkeit bereitzustellen, und um die Materialmenge zu minimieren, die ausgebohrt werden muß.

Der Schmierdorn 946 ist mit dem Halter 924, dem Gummibecher 926, dem oberen Konushalter 944, der Schmierbuchse 948 und der Führung 950 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 enthält der Schmierdorn 946 bevorzugt den Schmiermittelkörper im ringförmigen Bereich 972 zum Schmieren der Grenzfläche zwischen dem Dorn 906 und dem rohrförmigen Element 902. Bevorzugt besitzt der Schmierdorn 946 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Der Schmierdorn 946 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schmiermitteldorn 946 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit des Schmierdorns 946 bereitzustellen.

Die Schmierbuchse 948 ist mit dem Schmierdorn 946, dem Halter 924, dem Gummibecher 926, dem oberen Konushalter 944, der Schmierbuchse 948 und der Führung 950 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 trägt die Schmierbuchse 948 bevorzugt den Gummibecher 926. Bevorzugt besitzt die Schmierbuchse 948 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die Schmierbuchse 948 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schmierbuchse 948 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohrbarkeit der Schmierbuchse 948 bereitzustellen.

Wie in Fig. 9c gezeigt, ist die Schmierbuchse 948 durch den Schmierdorn 946 getragen bzw. gestützt. Die Schmierbuchse 948 ihrerseits trägt den Gummibecher 926. Der Halter 924 verbindet den Gummibecher 926 mit der Schmierbuchse 948. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind Dichtungen 949a und 949b zwischen dem Schmierdorn 946, der Schmierbuchse 948 und dem Gummibecher 946 vorgesehen, um in optimaler Weise den inneren Bereich 972 des rohrförmigen Elements 902 abzudichten.

Die Führung 950 ist mit dem Schmierdorn 946, dem Halter 924 und der Schmierbuchse 948 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 führt die Führung 950 bevorzugt die Vorrichtung auf dem Tragelement 904. Bevorzugt besitzt die Führung 950 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Die Führung 950 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Führung 950 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohrbarkeit der Führung 950 bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß 952 ist mit dem Dorn 906 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung fördert der Fluiddurchlaß 952 bevorzugt aushärtbare Fluidmaterialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 952 dazu ausgelegt, aushärtbare Fluidmaterialien mit Drücken und Strömungsgeschwindigkeiten zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Drücke und Durchsätze bzw. Strömungsgeschwindigkeiten bereitzustellen, um Fluide während der Installation der Vorrichtung 900 zu verschieben und umzuwälzen.

Die verschiedenen Elemente des Dorns 906 können unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen verbunden sein, wie beispielsweise durch Schraubverbindungen, Schweißverbindungen oder durch Zementieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Dorns 906 unter Verwendung von Schraubverbindungen und Zementierung verbunden.

Der Schuh 908 umfaßt bevorzugt ein Gehäuse 954, einen Zementkörper 956, eine Dichtungsbuchse 958, ein Aufweitungsrohr 960, einen Fluiddurchlaß 962 und eine oder mehrere Auslaß(strahl)düsen 964.

Das Gehäuse 954 ist mit dem Zementkörper 956 und dem unteren Abschnitt 914 des rohrförmigen Elements 902 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 verbindet das Gehäuse 954 bevorzugt den unteren Abschnitt des rohrförmigen Elements 902 mit dem Schuh 908, um die Aufweitungspositionierung des rohrförmigen Elements 902 zu erleichtern. Bevorzugt besitzt das Gehäuse 954 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt.

Das Gehäuse 954 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Stahl oder Aluminium. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse 954 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohrbarkeit des Gehäuses 954 bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Innenseite des Gehäuses 954 einen oder mehrere Vorsprünge, um die Verbindung zwischen dem Zementkörper 956 und dem Gehäuse 954 zu erleichtern.

Der Zementkörper 956 ist mit dem Gehäuse 954 und der Dichtungsbuchse 958 verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zusammensetzung des Zementkörpers 956 so gewählt, daß der Zementkörper problemlos unter Verwendung herkömmlicher Bohrmaschinen und -prozesse ausgebohrt werden kann.

Die Zusammensetzung des Zementkörpers 956 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Zementzusammensetzungen umfassen.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann der Zementkörper 956 ersetzt sein durch bohrbares Material, wie beispielsweise Aluminium oder Eisen.

Die Dichtungsbuchse 958 ist mit dem Zementkörper 956, dem Aufweitungsrohr 960, dem Fluiddurchlaß 962 und einen oder mehreren Auslaßdüsen 964 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 ist die Dichtungsbuchse 958 bevorzugt dazu ausgelegt, ein aushärtbares Fluidmaterial aus dem Fluiddurchlaß 952 in den Fluiddurchlaß 962 und daraufhin in die Auslaßdüsen 964 zu fördern, um das aushärtbare Fluidmaterial in einen Ringbereich außerhalb des rohrförmigen Elements 902 einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Dichtungsbuchse 958 während des Betriebs der Vorrichtung 900 eine Einlaßgeometrie, die es erlaubt, daß ein herkömmlicher Stopfen oder Anker 954 im Einlaß der Dichtungsbuchse 958 angeordnet werden kann. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 962 blockiert bzw. versperrt werden, wodurch der innere Bereich 966 des rohrförmigen Elements 902 fluidmäßig isoliert wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Dichtungsbuchse 958 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Die Dichtungsbuchse 958 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 958 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohr-

barkeit der Dichtungsbuchse 958 bereitzustellen.

Das Aufweitungsrohr 960 ist mit der Dichtungsbuchse 958, dem Fluiddurchlaß 962 und einer oder mehreren Auslaßdüsen 964 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 ist das Aufweitungsrohr 960 bevorzugt dazu ausgelegt, aushärtbares Fluidmaterial aus dem Fluiddurchlaß 952 in den Fluiddurchlaß 962 und daraufhin in die Auslaßdüsen 964 zu fördern, um das aushärtbare Fluidmaterial in den Ringbereich außerhalb vom rohrförmigen Element 902 einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Dichtungsbuchse 960 während des Betriebs der Vorrichtung 900 außerdem eine Einlaßgeometrie, die es erlaubt, daß ein herkömmlicher Stopfen oder Anker 974 im Einlaß der Dichtungsbuchse 958 angeordnet wird. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 962 blockiert bzw. versperrt, um dadurch den inneren Bereich 966 des rohrförmigen Elements 902 fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform paßt ein Ende des Aufweitungsrohrs 960 zusammen mit einem Ende des Abstandhalters 938, um in optimaler Weise die Übertragung von Material zwischen diesen beiden zu erleichtern.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das Aufweitungsrohr 960 im wesentlichen ringförmigen Querschnitt. Das Aufweitungsrohr 960 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Stahl, Aluminium oder Gußeisen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungsrohr 960 hergestellt aus Aluminium, um in optimaler Weise Bohrbarkeit bzw. Aufbohrbarkeit des Aufweitungsrohrs 960 bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß 962 ist mit der Dichtungsbuchse 958, dem Aufweitungsrohr 960 und einer oder mehreren Auslaßdüsen 964 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 fördert der Fluiddurchlaß 962 bevorzugt aushärtbare Fluidmaterialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 962 über der Mittenlinie der Vorrichtung 900 positioniert. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 962 dazu ausgelegt, aushärtbares Fluidmaterial mit Drücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 900 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Fluide mit betriebsmäßig effizienten Durchsätzen bereitzustellen.

Die Fluiddüsen 964 sind mit der Dichtungsbuchse 958, dem Aufweitungsrohr 960 und dem Fluiddurchlaß 962 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 900 fördern die Auslaßdüsen 964 bevorzugt aushärtbares Fluidmaterial von bzw. aus dem Durchlaß 962 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 908 mehrere Auslaßdüsen 964.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Auslaßdüsen 964 Durchlässe, die in dem Gehäuse 954 und dem Zementkörper 956 durch Bohren gebildet sind, um den Aufbau der Vorrichtung 900 zu vereinfachen.

Die verschiedenen Elemente des Schuhs 908 können verbunden sein unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher Prozesse, wie beispielsweise Schraubverbindungen, durch Zement oder dadurch, daß sie einstückig aus einem Material maschinell hergestellt sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die verschiedenen Elemente des Schuhs 908 unter Verwendung von Zement verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Anordnung 900 im wesentlichen so betrieben, wie vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 8 erläutert, um einen neuen Einfassungsabschnitt in einer Brunnenbohrung auszubilden, oder um eine Brunnenbohrungseinfassung oder eine Rohrleitung zu reparieren.

Um die Brunnenbohrung in eine unterirdische Formation

auszuweiten, wird insbesondere ein Bohrgestänge in an sich bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation zu bohren, um einen neuen Abschnitt zu bilden.

Die Vorrichtung 900 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung in einer unterirdischen Formation wird daraufhin in dem neuen Abschnitt der Brunnenbohrung positioniert. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 900 das rohrförmige Element 915. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial daraufhin ausgehend von einer Oberflächenstelle bzw. einem Oberflächenort in den Fluiddurchlaß 918 gepumpt. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial breitet sich daraufhin ausgehend vom Fluiddurchlaß 918 in den inneren Bereich 966 des rohrförmigen Elements 902 unterhalb des Dorns 906 aus. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial durchsetzt daraufhin den inneren Bereich 966 in den Fluiddurchlaß 962 hinein. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung 900 über die Ausstrahldüsen 964 und füllt einen ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite des rohrförmigen Elements 902 und der Innenwand des neuen Abschnitts der Brunnenbohrung. Fortgesetztes Pumpen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials führt dazu, daß das Material zumindest einen Teil des ringförmigen Bereichs füllt.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial wird bevorzugt in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aushärtbare Fluidichtungsmaterial in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die für den speziellen Brunnenbohrungsabschnitt geeignet sind, um die Verschiebung des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials zu optimieren, während ausreichend hohe Umwälzdrücke erzeugt werden, so daß die Umwälzung nicht erstickt, was dazu führen würde, daß die Brunnenbohrung einbricht. Die optimale Drücke und Durchsätze werden bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluidichtungsmaterialien enthalten, wie beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxid. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial gemischte Zemente, die speziell für denjenigen Bohrungsabschnitt ausgelegt sind, der ausgekleidet werden soll, wobei die Zemente erhältlich sind von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Abstützung für das neue rohrförmige Element bereitzustellen, während außerdem optimale Strömungseigenschaften aufrechterhalten werden, um Betriebsprobleme während der Verschiebung des Zements in dem ringförmigen Bereich zu minimieren. Die optimale Zusammensetzung der gemischten Zemente wird bevorzugt unter Verwendung empirischer Methoden ermittelt.

Der ringförmige Bereich wird bevorzugt mit dem aushärtbaren Fluidichtungsmaterial in ausreichenden Mengen befüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements 902 der ringförmige Bereich des neuen Abschnitts der Brunnenbohrung mit dem aushärtbaren Material gefüllt ist.

Sobald der ringförmige Bereich in angemessener Weise mit aushärtbarem Fluidichtungsmaterial gefüllt ist, wird ein Stopfen oder Anker 974 oder eine ähnliche Einrichtung bevorzugt in den Fluiddurchlaß 962 eingeführt, um dadurch den inneren Bereich 966 des rohrförmigen Elements 902 von dem äußeren ringförmigen Bereich fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein



nicht aushärtbares Fluidmaterial daraufhin in den inneren Bereich 966 gepumpt, um den inneren Bereich 966 unter Druck zu setzen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Stopfen oder Anker 974 oder die andere ähnliche Einrichtung bevorzugt in den Fluiddurchlaß 262 durch Einführen des Stopfens oder Ankers 974 oder der anderen ähnlichen Einrichtung in das nicht aushärtbare Fluidmaterial eingeführt. Auf diese Weise wird die Menge an ausgehärtetem Material im Innern der rohrförmigen Elemente 902 und 915 minimiert.

Sobald der innere Bereich 966 ausreichend unter Druck gesetzt ist, werden die rohrförmigen Elemente 902 und 915 von dem Dorn 906 weggepreßt. Der Dorn 906 kann daraufhin stationär verbleiben oder er kann aufgeweitet werden. Während des Aufweitungsprozesses wird der Dorn 906 aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente 902 und 915 unter Verwendung des Tragelements 904 angehoben. Während dieses Aufweitungsprozesses verbleibt der Schuh 908 bevorzugt im wesentlichen stationär.

Der Stopfen oder Anker 974 wird bevorzugt in den Fluiddurchlaß 962 durch Einführen des Stopfens oder des Ankers 974 in den Fluiddurchlaß 918 an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise plziert. Der Stopfen oder Anker 974 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen umfassen, um einen Fluiddurchlaß zu verstopfen bzw. zu versperren, wie beispielsweise einen Multiple-Stage-Cement(MSC)-Einschnappstopfen, einen Omega-Einschnappstopfen oder einen Dreiwischer-Einschnappstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Stopfen oder Anker 974 einen MSC-Einschnappstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach der Plazierung des Stopfens oder Ankers 974 in dem Fluiddurchlaß 962 wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial bevorzugt in den inneren Bereich 966 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise die rohrförmigen Elemente 902 und 915 von dem Dorn 906 wegzupressen.

Für typische rohrförmige Elemente 902 und 915 beginnt das Pressen der rohrförmigen Elemente 902 und 915 weg von dem aufweitbaren Dorn dann, wenn der Druck des inneren Bereichs 966 ungefähr 500 bis 9.000 psi erreicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beginnt das Pressen der rohrförmigen Elemente 902 und 915 weg von dem Dorn 906, wenn der Druck des inneren Bereichs 966 ungefähr 1.200 bis 8.500 psi bei einem Durchsatz von etwa 40 bis 1.250 Gallonen/Minute erreicht.

Während des Wegpreßprozesses bzw. Aufweitungsprozesses kann der Dorn 906 aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente 902 und 915 mit Geschwindigkeiten angehoben werden von beispielsweise etwa 0 bis 5 Fuß/s. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Aufweitungsprozesses der Dorn 906 aus den aufgeweiteten Abschnitten der rohrförmigen Elemente 902 und 915 mit Geschwindigkeiten hochgehoben bzw. angehoben, die von etwa 0 bis 2 Fuß/s reichen, um in optimaler Weise Ziehgeschwindigkeiten bereitzustellen, die ausreichend hoch sind, um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten, und ein vollständiges Aufweiten bzw. Wegpressen der rohrförmigen Elemente 902 und 915 vor Aushärten des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials zu ermöglichen; die Geschwindigkeiten sollen jedoch nicht so hoch sein, daß die zeitliche Einstellung der Betriebsparameter während des Betriebs verhindert wird.

Wenn der obere Endabschnitt des rohrförmigen Elements 915 von dem Dorn 906 weggepreßt wird, kontaktiert die

Außenseite des oberen Endabschnitts des rohrförmigen Elements 915 bevorzugt die Innenseite des unteren Endabschnitts der existierenden Einfassung, um eine fluiddichte Überlappungsverbindung bereitzustellen. Der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Ende des rohrförmigen Elements 915 und dem existierenden Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung von ungefähr 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, um die Dichtungselemente zu aktivieren, und optimale Festigkeit bereitzustellen, so daß das rohrförmige Element 915 und die existierende Brunnenbohrungseinfassung typische Zug- und Drucklasten aufzunehmen vermögen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des nicht aushärtbaren Fluidmaterials in gesteuerter Weise stufenweise verringert, wenn der Dorn 906 den oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements 915 erreicht. Auf diese Weise kann eine schlagartige Druckfreigabe, verursacht durch das vollständige Pressen des rohrförmigen Elements 915 weg von dem aufweitbaren Dorn 906 minimiert werden. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck in ihm wesentlichen linearer Weise von 100% bis etwa 10% während des Endes des Wegpreßprozesses verringert, beginnend dann, wenn der Dorn 906 nahezu vollständig aufgeweitet ist, bis auf die letzten fünf Fuß des Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozesses.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und/oder der Durchsatz des aushärtbaren Fluidmaterials und/oder des nicht aushärtbaren Fluidmaterials während sämtlicher Phasen des Betriebs der Vorrichtung 900 gesteuert, um Stöße zu minimieren.

Alternativ oder in Kombination ist ein Stoßabsorber in dem Tragelement 904 vorgesehen, um den Stoß zu absorbieren, der durch die plötzliche Druckfreigabe hervorgerufen ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangstruktur über dem Tragelement 904 vorgesehen, um den Dorn 906 einzufangen oder zumindest abzumessen.

Sobald der Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß beendet ist, wird der Dorn 906 aus der Brunnenbohrung entfernt. Entweder vor oder nach der Entfernung des Dorns 906 wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Unversehrtheit der Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Teil des rohrförmigen Elements 915 und dem unteren Teil der existierenden Einfassung unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet. Wenn die Fluiddichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Teil des rohrförmigen Elements 915 und dem unteren Teil der existierenden Einfassung zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials, wie dieses auch beschaffen sein mag, innerhalb des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 915 in herkömmlicher Weise entfernt. Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial in dem ringförmigen Bereich zwischen dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 915 und der existierenden Einfassung und dem neuen Abschnitt der Brunnenbohrung wird daraufhin aushärten gelassen.

Bevorzugt wird daraufhin jegliches verbleibendes ausgehärtetes aushärtbares Fluidichtungsmaterial im Innern der aufgeweiteten Rohrelemente 902 und 915 in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges entfernt. Der resultierende neue Abschnitt der Einfassung umfaßt bevorzugt die rohrförmigen Elemente 902 und 915 und eine äußere ringförmige Schicht aus ausgehärtetem

aushärtbaren Fluiddichtungsmaterial. Der Bodenteil der Vorrichtung 900, umfassend den Schuh 908, kann daraufhin durch Ausbohren des Schuhs 908 unter Verwendung herkömmlicher Bohrmethoden entfernt werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann es während des Aufweitungsprozesses erforderlich sein, die gesamte Vorrichtung 900 aus dem Innern der Brunnenbohrung aufgrund einer Störung zu entfernen. Unter diesen Umständen wird ein herkömmliches Bohrgestänge verwendet, um die inneren Abschnitte der Vorrichtung 900 auszubohren, um die Entfernung der verbleibenden Abschnitte zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Elemente der Vorrichtung 900 aus Materialien hergestellt, wie beispielsweise Zement und Aluminium, die es erlauben, daß ein herkömmliches Bohrgestänge verwendet wird, um die innenliegenden Bauteile auszubohren.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Zusammensetzung der inneren Abschnitte des Dorns 906 und des Schuhs 908, umfassend einen oder mehrere Zementkörper 932, den Abstandhalter 938, die Dichtungsbuchse 942, den oberen Konushalter 944, den Schmierdorn 946, die Schmierbuchse 948, die Führung 950, das Gehäuse 954, der Zementkörper 956, die Dichtungsbuchse 958 und das Aufweitungsrohr 960 so gewählt, daß zumindest einige dieser Bauteile unter Verwendung herkömmlicher Bohrmethoden und -vorrichtungen ausgebohrt werden können. Auf diese Weise kann im Fall einer Störung im unteren Teil der Brunnenbohrung die Vorrichtung 900 problemlos aus der Brunnenbohrung entfernt werden.

Unter bezug auf Fig. 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 10f und 10g werden nunmehr ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen einer Rückbindungseinfassung in einer Brunnenbohrung erläutert. Wie in Fig. 10a gezeigt, umfaßt eine Brunnenbohrung 1000, die in einer unterirdischen Formation 1002 positioniert ist, eine erste Einfassung 1004 und eine zweite Einfassung 1006.

Die erste Einfassung 1004 umfaßt bevorzugt eine rohrförmige Einfassung 1008 und einen Zementring 1010. Die zweite Einfassung 1006 umfaßt bevorzugt eine rohrförmige Einfassung 1012 und einen Zementring 1014. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die zweite Einfassung 1006 gebildet durch Aufweiten des rohrförmigen Elements im wesentlichen so wie unter bezug auf Fig. 1 bis 9c vorstehend erläutert, oder wie nachfolgend unter bezug auf Fig. 11a-11f erläutert.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform überlappt der obere Teil der rohrförmigen Einfassung 1012 den unteren Teil der rohrförmigen Einfassung 1008. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Außenseite des oberen Teils der rohrförmigen Einfassung 1012 ein oder mehrere Dichtungselemente 1016 zum Bereitstellen einer Fluiddichtung zwischen den rohrförmigen Einfassungen 1008 und 1012.

Um unter bezug auf Fig. 10b eine Rückbindungseinfassung zu erzeugen, die sich ausgehend von der Überlappung zwischen den ersten und zweiten Einfassungen 1004 und 1006 erstreckt, ist bevorzugt eine Vorrichtung 1100 vorgesehen, welche einen aufweitbaren Dorn oder einen Molch 1105, ein rohrförmiges Element 1110, einen Schuh 1115, eine oder mehrere Becherdichtungen 1120, einen Fluiddurchlaß 1130, einen Fluiddurchlaß 1135, einen oder mehrere Fluiddurchlässe 1140, Dichtungen 1145 und ein Tragelement 1150 umfaßt.

Der aufweitbare Dorn bzw. der Molch 1105 sind mit dem Tragelement 1150 verbunden und durch dieses getragen. Der aufweitbare Dorn 1105 ist bevorzugt dazu ausgelegt, sich in radialer Richtung in gesteuerter Weise aufzuweiten. Der aufweitbare Dorn 1105 kann eine beliebige Anzahl von

herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn 1105 ein Hydraulik-Aufweitungswerkzeug, wie im wesentlichen im US-Patent Nr. 5 348 095 offenbart, dessen Offenbarung unter Bezugnahme zum Gegenstand vorliegende Anmeldung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Das rohrförmige Element 1110 ist mit dem aufweitbaren Dorn 1105 verbunden und durch diesen getragen. Das rohrförmige Element 1105 wird in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn 1105 weggepreßt. Das rohrförmige Element 1110 kann aus einer beliebigen Anzahl von Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, aus Chrom-13-Rohren oder aus Kunststoffrohren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element 1110 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods.

Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 1110 können beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 1110 von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch, um in optimaler Weise eine Abdeckung für typische Ölfeld-Einfassungsgrößen bereitzustellen. Das rohrförmige Element 1110 umfaßt bevorzugt ein massives Element.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Endbereich des rohrförmigen Elements 1110 geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn 1105 einzufangen oder abzubremesen, wenn er das Aufweiten des rohrförmigen Elements 1110 beendet hat. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements 1110 begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien für das rohrförmige Element 1110 ist dessen Länge bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh 1115 ist mit dem aufweitbaren Dorn 1105 und dem rohrförmigen Element 1110 verbunden. Der Schuh 1115 umfaßt den Fluiddurchlaß 1135. Der Schuh 1115 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen, beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen umfassen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1115 einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen mit seitlichen Öffnungen, welche radial auswärts ausgehend von der Auslaßströmungsöffnung verlaufen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um in optimaler Weise das rohrförmige Element 1100 zu führen, damit es zwischen dem rohrförmigen Element 1100 und dem Gehäuse 1012 überlappt, um fluidmäßig das Innere des rohrförmigen Elements 1100 optimal zu isolieren, nachdem der Einschnappstopfen eingesetzt wurde, und um in optimaler Weise das Ausbohren des Schuhs 1115 nach Beendigung der Aufweitungs- und Zementierungsvorgänge zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1115 eine oder mehrere seitliche Auslaßöffnungen 1140 in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß 1135. Auf diese Weise spritzt der Schuh 1115 aushärtbares Fluiddichtungsmaterial in den Bereich außerhalb des Schuhs 1115 und des rohrförmigen Elements 1110 ein. Gemäß einer be-

vorzuzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1115 einen oder mehrere der Fluiddurchlässe 1140, die jeweils eine Einlaßgeometrie aufweisen, die es gestattet, einen Anker und/oder eine Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise können die Fluiddurchlässe 1140 abgedichtet werden durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß 1130.

Die Becherdichtung 1120 ist mit dem Tragelement 1150 verbunden und durch dieses getragen. Die Becherdichtung 1120 verhindert, daß Fremdmaterialien in den Innenbereich des rohrförmigen Elements 1110 benachbart zu dem aufweitbaren Dorn 1105 eindringen. Die Becherdichtung 1120 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Becherdichtungen umfassen, wie beispielsweise TP-Becher oder Selective-Injection-Packer(SIP)-Becher, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Becherdichtung 1120 einen SIP-Becher, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Barriere für Schmutz bereitzustellen und einen Schmiermittelkörper aufzunehmen.

Der Fluiddurchlaß 1130 erlaubt es, daß Fluidmaterial zum inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 und von diesem weg unterhalb des aufweitbaren Dorns 1105 gefördert werden kann. Der Fluiddurchlaß 1130 ist mit dem Tragelement 1150 und dem aufweitbaren Dorn 1105 verbunden und darin positioniert. Der Fluiddurchlaß 1130 erstreckt sich bevorzugt aus einer Position benachbart zu der Oberfläche des Bodens des aufweitbaren Dorns 1105. Der Fluiddurchlaß 1130 ist bevorzugt entlang der Mittellinie der Vorrichtung 1100 positioniert. Der Fluiddurchlaß 1130 ist bevorzugt gewählt, Materialien zu fördern, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxide, mit Durchsatzraten bzw. Durchsätzen und Drücken, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betriebsdrücke bereitzustellen, um Fluide mit betriebsmäßig effizienten Geschwindigkeiten bzw. Durchsätzen umzuwälzen.

Der Fluiddurchlaß 1135 erlaubt es, daß Fluidmaterialien vom Fluiddurchlaß 1130 in das Innere des rohrförmigen Elements 1110 unter dem Dorn übertragen werden.

Die Fluiddurchlässe 1140 erlauben es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1110 und des Schuhs 1115 und von diesem weg übertragen werden. Die Fluiddurchlässe 1140 sind mit dem Schuh 1115 in Fluidbindung mit dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unter dem aufweitbaren Dorn 1105 verbunden und darin positioniert. Die Fluiddurchlässe 1140 besitzen bevorzugt eine Querschnittsform, die es einem Stopfen oder einer ähnlichen Vorrichtung erlauben, in den Fluiddurchlässen 1140 plaziert zu werden, um dadurch einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu blockieren bzw. zu sperren. Auf diese Weise kann der innere Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unterhalb des aufweitbaren Dorns 1105 von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1105 isoliert werden. Dies ermöglicht es, daß der innere Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unterhalb des aufweitbaren Dorns 1105 unter Druck gesetzt wird.

Die Fluiddurchlässe 1140 sind bevorzugt entlang der Peripherie bzw. dem Umfang des Schuhs 1115 positioniert. Die Fluiddurchlässe 1140 sind bevorzugt so gewählt, daß sie Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxide, mit Durchsätzen und Drücken fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 1110 und der rohrförmigen Einfassung 1008 mit Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer be-

vorzuzugten Ausführungsform umfassen die Fluiddurchlässe 1140 eine Einlaßgeometrie, welche geeignet ist, einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen. Auf diese Weise können die Fluiddurchlässe 1140 durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldichtungselementen in den Fluiddurchlaß 1130 abgedichtet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 1100 mehrere Fluiddurchlässe 1140.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Basis des Schuhs 1115 einen einzigen Einlaßdurchlaß, der mit den Fluiddurchlässen 1140 verbunden ist, der dazu ausgelegt ist, einen Stopfen oder eine andere ähnliche Vorrichtung aufzunehmen, damit der innere Bereich des rohrförmigen Elements 1110 vom Äußeren des rohrförmigen Elements 1110 fluidmäßig isoliert werden kann.

Die Dichtungen 1145 sind mit einem unteren Endabschnitt des rohrförmigen Elements 1110 verbunden und durch diesen getragen. Die Dichtungen 1145 sind außerdem auf einer Außenseite des unteren Endabschnitts des rohrförmigen Elements 1110 positioniert. Die Dichtungen 1145 ermöglichen eine Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Endbereich des Gehäuses 1012 und dem unteren Endbereich des rohrförmigen Elements 1110, um fluidmäßig abgedichtet zu werden.

Die Dichtungen 1145 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxidichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen 1145 Dichtungen, die aus Stralock-Epoxid-(Harz) geformt sind, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in der Überlappungsverbindung bereitzustellen, und um in optimaler Weise Lastragekapazität bereitzustellen, die dem Bereich typischer Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen 1145 gewählt, um in optimaler Weise eine ausreichende Reibungskraft bereitzustellen, um das aufgeweitete rohrförmige Element 1110 durch die rohrförmige Einfassung 1008 zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die durch die Dichtungen 1145 bereitgestellte Reibungskraft von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf bezüglich Spannung und Druck, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element 1110 zu tragen.

Das Tragelement 1150 ist mit dem aufweitbaren Dorn 1005, dem rohrförmigen Element 1110, dem Schuh 1115 und der Dichtung 1120 verbunden. Das Tragelement 1150 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung 1100 in der Brunnenbohrung 1000 zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 1150 außerdem einen oder mehrere herkömmliche Zentrierer (nicht gezeigt), um die Stabilisierung des rohrförmigen Elements 1110 zu unterstützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Schmiermittelmenge 1150 im ringförmigen Bereich um den aufweitbaren Dorn 1105 im Innern des rohrförmigen Elements 1110 vorgesehen. Auf diese Weise wird das Pressen des rohrförmigen Elements 1110 weg von dem aufweitbaren Dorn 1105 erleichtert. Das Schmiermittel 1150 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schmiermitteln umfassen, wie beispielsweise Lubriplate, auf Chlor basierende Schmiermittel oder Climax 1500 Antiseize (3100). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Schmiermittel 1150 Climax 1500 Antiseize (3100), erhältlich von Climax Lubricants and Equipment Co. in Houston, Texas, um in optimaler Weise Schmierung

für den Aufweitungsprozeß bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement 1150 vor dem Anbau an die verbleibenden Teile der Vorrichtung 1100 sorgfältig gereinigt. Auf diese Weise wird das Eindringen von Fremdmaterial in die Vorrichtung 1100 minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 1100 verstopft und es wird sichergestellt, daß kein Fremdmaterial mit dem Aufweitungs-  
dorn 1105 während des Aufweitungsprozesses in störenden  
Eingriff gelangt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 1100 eine Dichtung 1155, die mit dem Bodenabschnitt des Schuhs 1115 zur fluidmäßigen Isolierung des Bereichs der Brunnenbohrung 1000 unter der Vorrichtung 1100 verbunden ist. Auf diese Weise werden Fluidmaterialien daran gehindert, in den Bereich der Brunnenbohrung 1000 unter der Vorrichtung 1100 einzudringen. Die Dichtung 1155 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise EZ-Bohr-Packer, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann unter der Rückbindung anstelle der Dichtung 1155 eine Pille bzw. Platte aus hochfestem Gel angeordnet werden. Gemäß einer weiteren alternativen Ausführungsform kann die Dichtung 1155 weggelassen sein.

Vor oder nach der Positionierung der Vorrichtung 1100 in der Brunnenbohrung 1100 werden gemäß einer bevorzugten Ausführungsform mehrere Brunnenbohrungsvolumina umgewälzt, um sicherzustellen, daß keine Fremdmaterialien in der Brunnenbohrung 1000 vorhanden sind, welche die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 1100 verstopfen könnten, und um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in störenden Eingriff mit dem Betrieb des Aufweitungsdoms 1105 gelangt.

Wie in Fig. 10c gezeigt, wird daraufhin ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial 1160 ausgehend von einer Oberflächenstelle bzw. einem Oberflächenort in den Fluiddurchlaß 1130 gepumpt. Das Material 1160 gelangt daraufhin aus dem Fluiddurchlaß 1130 in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unter dem aufweitbaren Dorn 1105. Das Material 1160 gelangt daraufhin von dem inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 in die Fluiddurchlässe 1140. Das Material verläßt daraufhin die Vorrichtung 1100 und füllt den ringförmigen Bereich zwischen dem Äußeren des rohrförmigen Elements 1110 und der Innenwand der rohrförmigen Einfassung 1008. Fortgesetztes Pumpen des Materials 1160 veranlaßt das Material 1160 dazu, zumindest einen Teil des ringförmigen Bereichs aufzufüllen.

Das Material 1160 kann in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Material 1160 in den ringförmigen Bereich mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die speziell ausgelegt sind für die aktuellen Einfassungsgrößen, die zu füllenden ringförmigen Räume, die zur Verfügung stehende Pumpeinrichtung und die Eigenschaften des gepumpten Fluids. Die optimalen Durchsätze und Drücke werden bevorzugt berechnet unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 1160 kann eine beliebige Anzahl herkömmlicher, kommerziell erhältlicher aushärtbarer Fluidichtungsmaterialien umfassen, wie beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 1160 gemischte Ze-

mente, die speziell ausgelegt sind für den zu rückzubinden- den Bereich, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, um in optimaler Weise eine geeignete Abstützung für das rohrförmige Element 1110 bereitzustellen, während optimale Strömungs- bzw. Durchsatzigenschaften derart aufrechterhalten werden, daß Betriebsgeschwindigkeiten während der Verschiebung des Zements in dem ringförmigen Bereich minimiert werden. Die optimale Mischung der gemischten Zemente wird bevorzugt ermittelt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Der Ringbereich kann mit dem Material 1160 in ausreichenden Mengen gefüllt werden, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements 2220 der ringförmige Bereich mit Material 1160 gefüllt wird.

Sobald der ringförmige Bereich, wie in Fig. 10d gezeigt, angemessen mit Material 1160 gefüllt ist, werden ein oder mehrere Stopfen 1165 oder ähnliche Einrichtungen bevorzugt in die Fluiddurchlässe 1140 eingeführt, um dadurch den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 von dem ringförmigen Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1110 fluidmäßig zu isolieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin nicht aushärtbares Fluidmaterial 1161 in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 11c unter dem Dorn 1105 gepumpt, wodurch der innere Bereich veranlaßt wird, unter Druck gesetzt zu werden. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden ein oder mehrere Stopfen 1165 oder ähnliche Einrichtungen in den Fluiddurchlaß 1140 mit Einführen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials eingeführt. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidmaterial im Innern des rohrförmigen Elements 11, 10 minimiert. Sobald der innere Bereich ausreichend unter Druck gesetzt ist, wie in Fig. 10e gezeigt, wird das rohrförmige Element 1110 von dem aufweitbaren Dorn 1105 weggepreßt.

Die Stopfen 1165 werden bevorzugt in die Fluiddurchlässe 1140 durch Einführen der Stopfen 1165 in den Fluiddurchlaß 1130 an bzw. ausgehend von einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise platziert. Die Stopfen 1165 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Verstopfen eines Fluiddurchlasses umfassen, wie beispielsweise Messingkugeln, Stopfen, Gummikugeln oder Anker, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Stopfen 1165 Gummikugeln niedriger Dichte. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfassen die Stopfen 1165 für einen Schuh 1105 mit gemeinsamem zentralen Einlaßdurchlaß einen einzigen Einschnappanker.

Nach der Platzierung der Stopfen 1165 in den Fluiddurchlässen 1140 wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial 1161 bevorzugt in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unter dem Dorn 1105 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das nicht aushärtbare Fluidmaterial 1161 nach Platzierung der Stopfen 1165 in den Fluiddurchlässen 1140 bevorzugt in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1110 unter dem Dorn 1105 mit Drücken und Durchsätzen platziert, die von ungefähr 1.200 bis 8.500 psi bzw. 40 bis 1.250 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise ein Aufweiten typischer Rohre bereitzustellen.

Für typische rohrförmige Elemente 1110 beginnt das Aufweiten bzw. Wegpressen des rohrförmigen Elements 1110 weg von dem aufweitbaren Dorn 1105, wenn der Druck des inneren Bereichs des rohrförmigen Elements 1110 unter dem Dorn 1105 beispielsweise ungefähr 1.200 bis 8.500 psi erreicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform be-

ginnt das Pressen des rohrförmigen Elements 1110 weg von dem aufweitbaren Dorn 1105, wenn der Druck des inneren Bereichs des rohrförmigen Elements 1110 unter dem Dorn 1105 ungefähr 1.200 bis 8.500 psi erreicht.

Während des Aufweitungsvorgangs kann der aufweitbare Dorn 1105 aus dem aufgeweiteten Bereich des rohrförmigen Elements 1110 mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden von beispielsweise von etwa 0 bis 500 Fuß/Sekunde. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Aufweitungsprozesses der aufweitbare Dorn 1105 aus dem aufgeweiteten Bereich des rohrförmigen Elements 1110 mit Geschwindigkeiten herausgehoben, die von etwa 0 bis 2 Fuß/Sekunde reichen, um in optimaler Weise eine Einstellung der Betriebsparameter bereitzustellen, und um in optimaler Weise sicherzustellen, daß der Aufweitungsprozeß beendet ist, bevor das Material 1160 aushärtet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist zumindest ein Abschnitt 1180 eines rohrförmigen Elements 1110 einen Innendurchmesser auf, der kleiner ist als der Außendurchmesser des Dorns 1105. Wenn auf diese Weise der Dorn 1105 den Abschnitt 1180 des rohrförmigen Elements 1110 aufweitet, bewirkt zumindest ein Teil des aufgeweiteten Abschnitts 1180 eine Abdichtung mit zumindest der Brunnenbohrungseinfassung 1012. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Abdichtung bewirkt durch Zusammendrücken der Dichtungen 1016 zwischen dem aufgeweiteten Abschnitt 1180 und der Brunnenbohrungseinfassung 1012. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Verbindung zwischen dem aufgeweiteten Abschnitt 1180 des rohrförmigen Elements 1110 und der Einfassung 1012 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Druck bereitzustellen, um die Dichtungselemente 1145 zu aktivieren, und um eine optimale Festigkeit bereitzustellen, um sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Spannungs- und Drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform weist im wesentlichen die gesamte Länge des rohrförmigen Elements 1110 einen Innendurchmesser kleiner als der Außendurchmesser des Dorns 1105 auf. Auf diese Weise führt die Aufweitung des rohrförmigen Elements 1110 durch den Dorn 1105 zu einem Kontakt zwischen im wesentlichen den gesamten aufgeweiteten rohrförmigen Element 1110 und der existierenden Einfassung 1008. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Verbindung zwischen dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 1110 und den Einfassungen 1008 und 1012 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Druck bereitzustellen, um die Dichtungselemente 1145 zu aktivieren, und um optimale Festigkeit bereitzustellen, um sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Spannungs- und Drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des Materials 1161 in gesteuerter Weise stufenweise erniedrigt, wenn der aufweitbare Dorn 1105 den oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements 1110 erreicht. Auf diese Weise kann ein plötzlicher Druckanstieg, verursacht durch das vollständige Aufweiten des rohrförmigen Elements 1110 bzw. des Pressens weg von dem aufweitbaren Dorn 1105 minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des Fluidmaterials 1161 in im wesentlichen linearer Weise verringert von 100% auf etwa 10% während des Endes des Aufweitungsprozesses, beginnend dann, wenn der Dorn 1105 ungefähr die gesamte Aufweitung bis auf etwa 5 Fuß im Laufe des Aufweitungsprozesses beendet hat.

Alternativ oder in Kombination ist ein Stoßabsorber in

dem Tragelement 1150 vorgesehen, um den Stoß zu absorbieren, der durch die plötzliche Druckfreigabe verursacht ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangsstruktur im oberen Endabschnitt des rohrförmigen Elements 1110 vorgesehen, um den Dorn 1105 einzufangen oder zu verzögern.

Sobald der Aufweitungsprozeß beendet ist, wird, wie in Fig. 10f gezeigt, der aufweitbare Dorn 1105 aus der Brunnenbohrung 1000 entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach Entfernung des aufweitbaren Dorns 1105 die Unversehrtheit der Fluidichtung der Verbindung zwischen dem oberen Teil des rohrförmigen Elements 1110 und dem oberen Teil der rohrförmigen Einfassung 1108 und Verwendung herkömmlicher Methoden getestet. Wenn die Fluidichtung der Verbindung zwischen dem oberen Teil des rohrförmigen Elements 1110 und dem oberen Teil der rohrförmigen Einfassung 1008 zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Teil des Materials 1160 in dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 1110 in herkömmlicher Weise entfernt. Das Material 1160 innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen dem rohrförmigen Element 1110 und der rohrförmigen Einfassung 1008 wird daraufhin aushärten gelassen.

Wie in Fig. 10f gezeigt, wird daraufhin jegliches Verbleiben des ausgehärteten Materials 1160 im Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 1110 in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrgestänges entfernt. Die resultierende Rückbindungsauskleidung der Einfassung 1170 umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element 1110 und eine äußere ringförmige Schicht 1175 aus ausgehärtetem Material 1160.

Wie in Fig. 10g gezeigt, wird daraufhin der verbleibende Bodenteil der Vorrichtung 1100 mit dem Schuh 1115 und dem Dichtungsteil 1145 durch Ausbohren des Schuhs 1115 und des Dichtungsteils 1155 unter Verwendung herkömmlicher Bohrmethoden entfernt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 1100 die Vorrichtung 900.

Anhand von Fig. 11a-11f wird nunmehr eine Ausführungsform einer Vorrichtung und eines Verfahrens zum Aufhängen einer rohrförmigen Auskleidung an der Brunnenbohrungseinfassung erläutert. Wie in Fig. 11a gezeigt, ist eine Brunnenbohrung 1200 in einer unterirdischen Formation 1205 angeordnet. Die Brunnenbohrung 1200 umfaßt einen existierenden Einfassungsabschnitt 1210 mit einer rohrförmigen Einfassung 1215 und einer ringförmigen äußeren Zementschicht 1220.

Um die Brunnenbohrung 1200 in die unterirdische Formation 1205 auszuweiten, wird ein Bohrgestänge 1225 in an sich bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation 1205 zu bohren, um einen neuen Abschnitt 1230 zu bilden.

Wie in Fig. 11b gezeigt, wird daraufhin eine Vorrichtung 1300 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung in einer unterirdischen Formation in dem neuen Abschnitt 1230 der Brunnenbohrung 100 positioniert. Die Vorrichtung 1300 umfaßt bevorzugt einen aufweitbaren Dorn oder einen Molch 1305, ein rohrförmiges Element 1310, einen Schuh 1315, einen Fluiddurchlaß 1320, einen Fluiddurchlaß 1330, einen Fluiddurchlaß 1335, Dichtungen 1340, ein Tragelement 1345 und einen Schleifstopfen 1350.

Der aufweitbare Dorn 1305 ist mit dem Tragelement 1345 verbunden und durch dieses getragen. Der aufweitbare Dorn 1305 ist bevorzugt dazu ausgelegt, in radialer Richtung in gesteuerter Weise aufgeweitet zu werden. Der aufweitbare Dorn 1305 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aufweitbaren Dornen umfassen,

modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der aufweitbare Dorn 1305 ein hydraulisches Aufweitwerkzeug, das im wesentlichen im US-Patent Nr. 5 348 095 beschrieben ist, dessen Offenbarung unter Bezugnahme zum Gegenstand vorliegender Anmeldung erklärt wird, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Das rohrförmige Element 1310 ist mit dem aufweitbaren Dorn 1305 verbunden und durch diesen getragen. Das rohrförmige Element 1310 wird bevorzugt in radialer Richtung aufgeweitet und von dem aufweitbaren Dorn 1305 weggepreßt. Das rohrförmige Element 1310 kann hergestellt werden aus einer Anzahl von Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods (OCTG), Chrom-13-Stahl-Rohr/Einfassungsrohrwerk oder einer Kunststoffeinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das rohrförmige Element 1310 hergestellt aus OCTG. Die Innen- und Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 1310 können beispielsweise von ungefähr 0,75 bis 47 Inch bzw. 1,05 bis 48 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reichen die Innen- und Außendurchmesser des unteren Abschnitts 1365 des rohrförmigen Elements 1310 von etwa 3/8 bis 1,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Außendurchmesser des unteren Abschnitts 1365 des rohrförmigen Elements 1310 deutlich kleiner als die Außendurchmesser der oberen und Zwischenabschnitte 1355 und 1360 des rohrförmigen Elements 1310, um die Ausbildung einer konzentrischen und überlappenden Anordnung von Brunnenbohrungseinfassungen zu optimieren. Auf diese Weise und wie in Fig. 12 und 13 nachfolgend erläutert, wird ein Brunnen-Kopfende-System in optimaler Weise bereitgestellt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Ausbildung eines Brunnen-Kopfende-Systems nicht die Verwendung eines aushärtbaren Fluidmaterials.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des Zwischenabschnitts 1360 des rohrförmigen Elements 1310 kleiner oder gleich der Wanddicke der oberen und unteren Abschnitte 1355 und 1365 des rohrförmigen Elements 1310, um in optimaler Weise die Einleitung des Aufweitungsprozesses zu erleichtern, und um in optimaler Weise das Plazieren der Vorrichtung in Bereichen der Brunnenbohrung mit geringen Freiräumen zu ermöglichen.

Das rohrförmige Element 1310 umfaßt bevorzugt ein massives Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Endabschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 geschlitzt, perforiert oder anderweitig modifiziert, um den Dorn 1305 einzufangen oder zu verzögern, wenn er das Aufweiten des rohrförmigen Elements 1310 beendet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Länge des rohrförmigen Elements 1310 begrenzt, um die Möglichkeit einer Knickverformung zu minimieren. Für typische Materialien des rohrförmigen Elements 1310 ist die Länge des rohrförmigen Elements 1310 bevorzugt begrenzt auf zwischen etwa 40 bis 20.000 Fuß Länge.

Der Schuh 1315 ist mit dem rohrförmigen Element 1310 verbunden. Der Schuh 1315 umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe 1330 und 1335. Der Schuh 1315 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, wie beispielsweise einen Super-Seal-II-Schwimmschuh, einen Super-Seal-II-Down-Jet-Schwimmschuh oder einen -Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1315 einen Aluminium-Down-Jet-Führungsschuh mit einer Dichtungsbuchse für einen Einschnappstopfen, er-

hältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung, um in optimaler Weise das rohrförmige Element 1310 in die Brunnenbohrung 1200 zu führen, um in optimaler Weise das innere des rohrförmigen Elements 1310 fluidmäßig zu isolieren, und um in optimaler Weise ein vollständiges Ausbohren des Schuhs 1315 bei Beendigung der Aufweitungs- und Zementierungsvorgänge zu ermöglichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1315 eine oder mehrere seitliche Auslaßöffnungen in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß 1330. Auf diese Weise spritzt der Schuh 1315 bevorzugt aushärtbares Fluid-dichtungsmaterial in den Bereich außerhalb des Schuhs 1315 und des rohrförmigen Elements 1310 ein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 1315 den Fluiddurchlaß 1330 mit einer Einlaßgeometrie, welcher ein Fluid-dichtungselement aufzunehmen vermag. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 1330 durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Dichtungselementen in den Fluiddurchlaß 1330 abgedichtet werden.

Der Fluiddurchlaß 1320 erlaubt es, daß Fluidmaterialien in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1310 unterhalb des aufweitbaren Dorns 1305 und von diesem weg gefördert werden können. Der Fluiddurchlaß 1320 ist mit dem Tragelement 1345 und dem aufweitbaren Dorn 1305 verbunden und in diesem positioniert. Der Fluiddurchlaß 1320 erstreckt sich bevorzugt von einer Position benachbart zu der Oberfläche zu dem Boden des aufweitbaren Dorns 1305. Der Fluiddurchlaß 1320 ist bevorzugt entlang einer Mittellinie der Vorrichtung 1300 positioniert. Der Fluid-durchlaß 1320 ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxide, mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise ausreichende Betriebsdrücke bereitzustellen, um Fluide mit betriebsmäßig effizienten Durchsätzen umzuwälzen.

Der Fluiddurchlaß 1330 erlaubt es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1310 und des Schuhs 1315 sowie in diesen gefördert werden. Der Fluiddurchlaß 1330 ist mit dem Schuh 1315 in Fluidverbindung mit dem inneren Bereich 1370 des rohrförmigen Elements 1310 unterhalb des aufweitbaren Dorns 1305 verbunden und innerhalb desselben positioniert. Der Fluiddurchlaß 1330 besitzt bevorzugt eine Querschnittsform, die es erlaubt, daß ein Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung in dem Fluiddurchlaß 1330 positioniert werden, um dadurch einen weiteren Hindurchtritt von Fluidmaterialien zu versperren. Auf diese Weise kann der innere Bereich 1370 des rohrförmigen Elements 1310 unter dem aufweitbaren Dorn 1305 fluidmäßig von dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1310 isoliert werden. Dies erlaubt es, daß der innere Bereich 1370 des rohrförmigen Elements 1310 unter dem aufweitbaren Dorn 1305 unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddurchlaß 1330 ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittellinie der Vorrichtung 1300 positioniert.

Der Fluiddurchlaß 1330 ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 1310 und dem neuen Abschnitt 1230 der Brunnenbohrung 1200 mit Fluidmaterialien zu füllen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt der Fluiddurchlaß 1330 eine Einlaßgeometrie, welche einen Anker und/oder ein Kugeldichtungselement aufzunehmen vermag. Auf diese Weise kann der Fluiddurchlaß 1330 durch Einführen eines Stopfens, Ankers und/oder von Kugeldich-



tungselementen in dem Fluiddurchlaß 1320 abgedichtet werden.

Der Fluiddurchlaß 1335 erlaubt es, daß Fluidmaterialien zu dem Bereich außerhalb des rohrförmigen Elements 1310 und des Schuhs 1315 und von diesem weg gefördert werden. Der Fluiddurchlaß 1335 ist mit dem Schuh 1315 verbunden und in diesem positioniert, der sich in Fluidverbindung mit dem Fluiddurchlaß 1330 befindet. Der Fluiddurchlaß 1335 ist bevorzugt im wesentlichen entlang der Mittenlinie der Vorrichtung 1300 positioniert. Der Fluiddurchlaß 1335 ist bevorzugt gewählt, um Materialien, wie etwa Zement, Bohrschlamm oder Epoxidharze, mit Durchsätzen und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 1310 und dem neuen Abschnitt 1230 der Brunnenbohrung 1200 mit Fluidmaterialien zu füllen.

Die Dichtungen 1340 sind mit dem oberen Endabschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 verbunden und durch diesen getragen. Die Dichtungen 1340 sind außerdem auf einer Außenseite des oberen Endabschnitts 1355 des rohrförmigen Elements 1310 positioniert. Die Dichtungen 1340 erlauben eine fluiddichte Abdichtung der Überlappingsverbindung zwischen dem unteren Endteil der Einfassung 1215 und dem oberen Abschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310. Die Dichtungen 1340 umfassen eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen, wie beispielsweise Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxid(harz)dichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen 1340 Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, das erhältlich ist von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung in dem Ring der Überlappingsverbindung bereitzustellen, während eine optimale Lastragefähigkeit erzeugt wird, um typischen Spannungs- und Drucklasten widerstehen zu können.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungen 1340 gewählt, um in optimaler Weise ausreichende Reibungskraft bereitzustellen, um das aufgeweitete rohrförmige Element 1310 von der existierenden Einfassung 1215 wegzupressen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die durch die Dichtungen 1340 bereitgestellte Reibungskraft von etwa 1.000 bis 1.000.000 lbf, um in optimaler Weise das aufgeweitete rohrförmige Element 1310 zu tragen.

Das Tragelement 1345 ist mit dem aufweitbaren Dorn 1305, dem rohrförmigen Element 1310, dem Schuh 1315 und den Dichtungen 1340 verbunden. Das Tragelement 1345 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit ausreichender Festigkeit, um die Vorrichtung 1300 in den neuen Abschnitt 1230 der Brunnenbohrung 1200 zu überführen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 1345 außerdem einen oder mehrere herkömmliche Zentrierer (nicht gezeigt), um das rohrförmige Element 1310 bezüglich der Stabilisierung zu unterstützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Tragelement 1345 sorgfältig gereinigt, bevor es mit den übrigen Teilen der Vorrichtung 1300 zusammengebaut wird. Auf diese Weise ist das Eindringen von Fremdmaterialien in die Vorrichtung 1300 minimiert. Dies minimiert die Möglichkeit, daß Fremdmaterial die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 1300 verstopft, und es trägt dazu bei, sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in störenden Eingriff mit dem Aufweitungsprozeß gelangt.

Der Schleifstopfen 1350 ist mit dem Dorn 1305 innerhalb des inneren Bereichs 1370 des rohrförmigen Elements 1310

verbunden. Der Schleifstopfen 1350 umfaßt einen Fluiddurchlaß 1375, der mit dem Durchlaß 1320 verbunden ist. Der Schleifstopfen 1350 kann einen oder mehrere herkömmliche, kommerziell erhältliche Schleifstopfen umfassen, wie beispielsweise Multiple-Stage-Cement-Einschnappstopfen, Omega-Einschnappstopfen oder einen Drei-Schleifelemente-Einschnappstopfen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schleifstopfen 1350 einen Multiple-Stage-Cement-Einschnappstopfen, erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas, modifiziert in herkömmlicher Weise, zur lösbaren Anbringung an dem Aufweitungsdom 1305.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden vor oder nach dem Positionieren der Vorrichtung 1300 innerhalb des neuen Abschnitts 1230 der Brunnenbohrung 1200 einige Brunnenbohrungsvolumina umgewälzt, um sicherzustellen, daß keine Fremdmaterialien innerhalb der Brunnenbohrung 1200 vorhanden sind, welche die verschiedenen Strömungsdurchlässe und Ventile der Vorrichtung 1300 verstopfen könnten, und um sicherzustellen, daß kein Fremdmaterial in störenden Eingriff mit dem Aufweitungsprozeß gelangt.

Wie in Fig. 11c gezeigt, wird daraufhin ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial 1380 von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 1320 gepumpt. Das Material 1380 gelangt von dem Fluiddurchlaß 1320 durch den Fluiddurchlaß 1375 und in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements 1310 unter dem aufweitbaren Dorn 1305. Das Material 1380 gelangt daraufhin aus dem inneren Bereich 1370 in den Fluiddurchlaß 1330. Das Material 1380 verläßt daraufhin die Vorrichtung 1300 über den Fluiddurchlaß 1375 und füllt den ringförmigen Bereich 1390 zwischen dem Äußeren des rohrförmigen Elements 1310 und der Innenwandung des neuen Abschnitts 1230 der Brunnenbohrung 1200. Fortgesetztes Pumpen des Materials 1380 veranlaßt das Material 1380 dazu, zumindest einen Teil des ringförmigen Bereichs 1390 zu füllen.

Das Material 1380 kann in den ringförmigen Bereich 1390 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Material 1380 in den ringförmigen Bereich 1390 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise den ringförmigen Bereich zwischen dem rohrförmigen Element 1310 und dem neuen Abschnitt 1230 der Brunnenbohrung 1200 mit dem aushärtbaren Fluidichtungsmaterial 1380 zu füllen.

Das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 1380 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen aushärtbaren Fluidichtungsmaterialien umfassen, wie beispielsweise Schlackengemisch, Zement oder Epoxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das aushärtbare Fluidichtungsmaterial 1380 gemischte Zemente, die speziell für den zu bohrenden Brunnenabschnitt ausgelegt und erhältlich sind von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Abstützung für das rohrförmige Element 1310 während der Verschiebung des Materials 1380 in dem ringförmigen Bereich 1390 bereitzustellen. Die optimale Mischung des Zements wird bevorzugt ermittelt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden.

Der ringförmige Bereich 1390 wird bevorzugt mit dem Material 1380 in ausreichenden Mengen gefüllt, um sicherzustellen, daß bei radialer Aufweitung des rohrförmigen Elements 1310 der ringförmige Bereich 1390 des Abschnitts 1230 der Brunnenbohrung 1200 mit Material 1380 gefüllt wird.

Sobald der ringförmige Bereich 1390, wie in Fig. 11d gezeigt, angemessen mit dem Material 1380 gefüllt wird, wird der Schleifanker 1395 oder eine andere ähnliche Einrichtung in den Fluiddurchlaß 1320 eingeführt. Der Schleifanker 1395 wird bevorzugt durch den Fluiddurchlaß 1320 durch ein nicht aushärtbares Fluidmaterial 1381 gepumpt. Der Schleifanker 1395 gelangt daraufhin bevorzugt in Eingriff mit dem Schleifstopfen 1350.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 11e gezeigt, veranlaßt der Eingriff des Schleifankers 1395 mit dem Schleifstopfen 1350 den Schleifstopfen 1350 dazu, von dem Dorn 1305 abzukoppeln. Der Schleifanker 1395 und der Schleifstopfen 1350 sind darauf bevorzugt in dem Fluiddurchlaß 1330 angeordnet bzw. aufgenommen und versperren eine weitere Fluidströmung durch den Fluiddurchlaß 1330 und isolieren fluidmäßig den inneren Bereich 1370 des rohrförmigen Elements 1310 von dem ringförmigen Bereich 1390. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird daraufhin das nicht aushärtbare Fluidmaterial 1381 in den inneren Bereich 1370 gepumpt, wodurch der innere Bereich 1370 veranlaßt wird, unter Druck gesetzt zu werden. Sobald der innere Bereich 1370 ausreichend unter Druck gesetzt ist, wird das rohrförmige Element 1310 von dem aufweitbaren Dorn 1305 weggepreßt. Während des Aufweitungsprozesses wird der aufweitbare Dorn 1305 aus dem aufgeweiteten Teil des rohrförmigen Elements 1310 durch das Tragelement 1345 herausgehoben.

Der Schleifanker 1395 wird bevorzugt in dem Fluiddurchlaß 1320 durch Einführen des Schleifankers 1395 in den Fluiddurchlaß 1320 an einer Oberflächenstelle in herkömmlicher Weise plaziert. Der Schleifanker 1395 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Einrichtungen zum Versperren eines Fluiddurchlasses umfassen, wie beispielsweise Multiple-Stage-Cement-Einschnappstopfen, Omega-Einschnappstopfen oder einen Drei-Schleifelemente-Einschnappstopfen/anker, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schleifanker 1395 einen Drei-Schleifelemente-Einschnappstopfen, der so modifiziert ist, daß er in dem Multiple-Stage-Cement-Einschnappstopfen 1350 verriegelt wird und zur Abdichtung gelangt. Der Drei-Schleifelemente-Einschnappstopfen ist erhältlich von Halliburton Energy Services in Dallas, Texas.

Nach Versperren des Fluiddurchlasses 1330 unter Verwendung des Schleifstopfens 1350 und des Schleifankers 1395 kann das nicht aushärtbare Fluidmaterial 1381 in den inneren Bereich 1370 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von ungefähr 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise das rohrförmige Element 1310 von dem Dorn 1305 wegzupressen. Auf diese Weise wird die Menge an aushärtbarem Fluidmaterial im Innern des rohrförmigen Elements 1310 minimiert.

Nach Versperren des Fluiddurchlasses 1330 wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform das nicht aushärtbare Fluidmaterial 1381 bevorzugt in den inneren Bereich 1370 mit Drücken und Durchsätzen gepumpt, die von ungefähr 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke bereitzustellen, um den Aufweitungsprozeß mit Geschwindigkeiten aufrechtzuerhalten, die ausreichen, daß Einstellungen der Betriebsparameter während des Aufweitungsprozesses vorgenommen werden können.

Für typische rohrförmige Elemente 1310 beginnt das Pressen des rohrförmigen Elements 1310 weg von dem aufweitbaren Dorn 1305, wenn der Druck des inneren Bereichs

1370 beispielsweise etwa 500 bis 9.000 psi erreicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Pressen des rohrförmigen Elements 1310 weg von dem aufweitbaren Dorn 1305 eine Funktion des Durchmessers des rohrförmigen Elements, der Wanddicke des rohrförmigen Elements, der Geometrie des Dorns, des Typs des Schmiermittels, der Zusammensetzung des Schuhs und des rohrförmigen Elements und der Dehnfestigkeit des rohrförmigen Elements. Der optimale Durchsatz und die optimalen Betriebsdrücke werden bevorzugt unter Verwendung herkömmlicher empirischer Methoden ermittelt.

Während des Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozesses kann der aufweitbare Dorn 1305 aus dem aufgeweiteten Abschnitt des rohrförmigen Elements 1310 mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden, die beispielsweise von 0 bis 5 Fuß/Sekunde reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der aufweitbare Dorn 1305 während des Aufweitungsprozesses aus dem aufgeweiteten Teil des rohrförmigen Elements 1310 mit Geschwindigkeiten herausgehoben werden, die von etwa 0 bis 2 Fuß/Sekunde reichen, um in optimaler Weise einen effizienten Prozeß bereitzustellen, um einer Bedienperson in optimaler Weise die Einstellung von Betriebsparametern zu erlauben, und um eine optimale Beendigung des Aufweitungsprozesses sicherzustellen, bevor das Material 1380 aushärtet.

Wenn der obere Endabschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 von dem aufweitbaren Dorn 1305 weggepreßt wird, kontaktiert die Außenseite des oberen Endabschnitts 1355 des rohrförmigen Elements 1310 bevorzugt die Innenseite des unteren Endabschnitts der Einfassung 1215, um eine fluiddichte Überlappingsverbindung bereitzustellen. Der Kontaktdruck der Überlappingsverbindung kann beispielsweise von ungefähr 50 bis 20.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Überlappingsverbindung von ungefähr 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, der ausreicht, um eine ringförmige Dichtung bereitzustellen, und um eine ausreichende Beständigkeit gegenüber Spannungs- und Drucklasten bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente 1340 eine adäquate Fluid- und Gasdichtung in der Überlappingsverbindung bereit.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden der Betriebsdruck und der Durchsatz des nicht aushärtbaren Fluidmaterials 1381 stufenweise erniedrigt, wenn der aufweitbare Dorn 1305 den oberen Endabschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 erreicht. Auf diese Weise kann die plötzliche Freisetzung des Drucks, verursacht durch vollständiges Pressen des rohrförmigen Elements 1310 weg von dem aufweitbaren Dorn 1305 minimiert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck im wesentlichen in linearer Weise ausgehend von 100% auf etwa 10% während des Endes des Wegpreßprozesses verringert, beginnend dann, wenn der Dorn 1305 ungefähr den gesamten Aufweitungsprozeß bis auf etwa 5 Fuß beendet hat.

Alternativ oder in Kombination kann ein Stoßabsorber in dem Tragelement 1345 vorgesehen sein, um den Stoß zu absorbieren, der durch plötzliche Freisetzung des Drucks verursacht ist.

Alternativ oder in Kombination ist eine Dorneinfangstruktur in dem oberen Endabschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 vorgesehen, um den Dorn 1305 einzufangen oder zumindest abzubremesen.

Sobald der Aufweitungs- bzw. Wegpreßprozeß beendet ist, wird der aufweitbare Dorn 1305 aus der Brunnenbohrung 1200 entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird entweder vor oder nach Entfernung des aufweitbaren Dorns 1305 die Unversehrtheit der Fluiddichtung der



Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt 1355 des rohrförmigen Elements 1310 und dem unteren Abschnitt der Einfassung 1215 unter Verwendung herkömmlicher Methoden getestet. Wenn die Fluidichtung der Überlappungsverbindung zwischen dem oberen Abschnitt 1355 des rohrförmigen Elements und dem unteren Abschnitt der Einfassung 1215 zufriedenstellend ist, wird der nicht ausgehärtete Teil des Materials 1380 in dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 1310 herkömmlicherweise entfernt. Das Material 1380 in dem ringförmigen Bereich 1390 wird daraufhin aushärten gelassen.

Wie in Fig. 11f gezeigt, wird bevorzugt jegliches verbleibende ausgehärtete Material 1380 im Innern des aufgeweiteten rohrförmigen Elements 1310 daraufhin in herkömmlicher Weise unter Verwendung eines herkömmlichen Bohrstänges entfernt. Der resultierende neue Einfassungsabschnitt 1400 umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element 1310 und eine äußere ringförmige Schicht 1405 aus ausgehärtetem Material 305. Der Bodenteil der Vorrichtung 1300 mit dem Schuh 1315 kann daraufhin entfernt werden, indem der Schuh 1315 unter Verwendung herkömmlicher Bohrmethoden ausgebohrt wird.

Anhand von Fig. 12 und 13 wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform eines Brunnen-Kopfende-Systems 1500 erläutert, das ausgebildet wird unter Verwendung von einer oder mehreren Ausführungsformen der vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläuterten Verfahren und Prozesse. Das Brunnen-Kopfende-System 1500 umfaßt bevorzugt eine herkömmliche Weihnachtsbaum/Bohrspulenordnung 1505, eine Einfassung 1510 mit dicker Wandung, einen ringförmigen Zementkörper 1515, eine äußere Einfassung 1520, einen ringförmigen Zementkörper 1525, eine Zwischeneinfassung 1530 und eine innere Einfassung 1535.

Die Weihnachtsbaum/Bohrspulenordnung 1505 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Weihnachtsbaum/Bohrspulenordnungen umfassen, wie beispielsweise das SS-15-Subsea-Wellhead-System, das Spool-Tree-Subsea-Production-System oder das Compact-Wellhead-System, erhältlich von speziellen Vertrieben, wie beispielsweise Dril-Quip, Cameron oder Breda, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Die Bohrspulenordnung 1505 ist bevorzugt betriebsmäßig mit der Einfassung 1510 großer Wandungsdicke und/oder der äußeren Einfassung 1520 verbunden. Die Anordnung 1505 kann mit der Einfassung 1510 großer Wandungsdicke und/oder der äußeren Einfassung 1520 beispielsweise durch Schweißen, Schraubverbindung, oder dadurch verbunden sein, daß sie einstückig gebildet sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Anordnung 1505 mit der Einfassung 1510 dicker Wandung und/oder der äußeren Einfassung 1520 durch Schweißen verbunden.

Die dickwandige Einfassung 1510 ist in dem oberen Ende der Brunnenbohrung 1540 positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich zumindest ein Teil der Einfassung 1510 großer Wandungsdicke über der Oberfläche 1545, um in optimaler Weise problemlosen Zugang und Anbringung an der Weihnachtsbaum/Bohrspulenordnung 1505 bereitzustellen. Die dickwandige Einfassung 1510 ist bevorzugt mit der Weihnachtsbaum/Bohrspulenordnung 1505, dem ringförmigen Zementkörper 1515 und der äußeren Einfassung 1520 verbunden.

Die dickwandige Einfassung 1510 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen, hochfesten Brunnenbohrungseinfassungen umfassen, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Titanrohre oder Edelstahlrohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Einfassung 1510 großer Wandungsdicke Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von ver-

schiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die dickwandige Einfassung 1510 eine Dehnfestigkeit von etwa 40.000 bis 135.000 psi, um in optimaler Weise Berstfestigkeit, Einbruchfestigkeit und Spannungsfestigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Einfassung 1510 dicker Wandung eine Störfestigkeit größer als etwa 5.000 bis 20.000 psi, um in optimaler Weise eine maximale Betriebskapazität und eine Beständigkeit gegenüber einer Verschlechterung der Kapazität nach Bohren über eine ausgestreckte Zeitdauer bereitzustellen.

Der ringförmige Zementkörper 1515 stellt eine Abstützung für die Einfassung 1510 großer Wandungsdicke bereit. Der ringförmige Zementkörper 1515 kann unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen Prozessen bereitgestellt werden, um einen ringförmigen Zementkörper in einer Brunnenbohrung auszubilden. Der ringförmige Zementkörper 1515 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen Zementmischungen enthalten.

Die äußere Einfassung 1520 ist mit der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden. Die äußere Einfassung 1520 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen hergestellt sein, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die äußere Einfassung 1520 eines der aufweitbaren rohrförmigen Elemente, welche vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die äußere Einfassung 1520 mit dem dickwandigen Gehäuse 1510 durch Aufweiten der äußeren Einfassung 1520 in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des dickwandigen Gehäuses 1510 verbunden unter Verwendung von einer der Ausführungsformen der Prozesse und Vorrichtungen, die vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind. Gemäß einer alternativen Ausführungsform steht im wesentlichen die gesamte Überlappung der äußeren Einfassung 1520 in Kontakt mit dem dickwandigen Gehäuse 1510 die Innenseite des dickwandigen Gehäuses 1510.

Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der äußeren Einfassung 1520 und der dickwandigen Einfassung 1510 kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der äußeren Einfassung 1520 und dem dickwandigen Gehäuse 1510 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die durch Druck aktivierbaren Dichtungselemente zu aktivieren, und um sicherzustellen, daß die Überlappungsverbindung optimal typischen Spannungs- und Drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Herstellungsvorgängen auftreten.

Wie in Fig. 13 gezeigt, umfaßt in einer besonders bevorzugten Ausführungsform das obere Ende der äußeren Einfassung 1520 eines oder mehrere Dichtungselemente 1550 welche eine Gas- und Fluidichtung zwischen der aufgeweiteten äußeren Einfassung 1520 und der Innenwand der dickwandigen Einfassung 1510 bereitstellen. Die Dichtungselemente 1550 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise Blei-, Kunststoff-, Gummi-, Teflon- oder Epoxid(harz)dichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 1550 Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, welches erhältlich ist von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und einen Last tragenden Grenzflächensitz zwischen den rohrförmigen Elementen bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der

Grenzfläche zwischen der dickwandigen Einfassung 1510 und der äußeren Einfassung 1520 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente 1550 zu aktivieren, und um in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung den typischen Betriebsdruck- und Spannungslasten während Bohr- und Herstellungsvorgängen widerstehen zu können.

Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind die äußere Einfassung 1520 und die dickwandige Einfassung 1510 als einstückiges Element kombiniert.

Der ringförmige Zementkörper 1525 erbringt eine Abstützung für die äußere Einfassung 1520. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der ringförmige Zementkörper 1525 bereitgestellt unter Verwendung von einer der Ausführungsformen der Vorrichtungen und Prozesse, die vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind.

Die Zwischeneinfassung 1530 kann mit der äußeren Einfassung 1520 oder der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zwischeneinfassung 1530 mit der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden. Die Zwischeneinfassung 1530 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Zwischeneinfassung 1530 ein beliebiges der aufweitbaren rohrförmigen Elemente, die unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Zwischeneinfassung 1530 mit der dickwandigen Einfassung 1510 durch Aufweiten von zumindest einem Teil der Zwischeneinfassung 1530 in Kontakt mit der Innenseite der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden unter Verwendung von einem beliebigen der Prozesse und Vorrichtungen, die vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform kontaktiert die gesamte Länge der Überlappung der Zwischeneinfassung 1530 mit der dickwandigen Einfassung 1510 die Innenseite der dickwandigen Einfassung 1510. Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der Zwischeneinfassung 1530 und der dickwandigen Einfassung 1510 kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Zwischeneinfassung 1530 und der dickwandigen Einfassung 1510 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die druckaktivierbaren Dichtungselemente zu aktivieren, und um in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebs- und -drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Herstellungsvorgängen auftreten.

Wie in Fig. 13 gezeigt, umfaßt gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform das obere Ende der Zwischeneinfassung 1530 ein oder mehr Dichtungselemente 1560, die eine Gas- und Fluidabdichtung zwischen dem aufgeweiteten Ende der Zwischeneinfassung 1530 und der dickwandigen Einfassung 1510 bereitstellen. Die Dichtungselemente 1560 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie etwa beispielsweise Kunststoff-, Blei-, Gummi-, Teflon- oder Epoxid(harz)dichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 1560 Dichtungen, die aus Stratalock-Epoxidharz geformt sind, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und einen Lasttragegrenzflächensitz zwischen den rohrförmigen Elementen bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der

Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen dem aufgeweiteten Ende der Zwischeneinfassung 1530 und der dickwandigen Einfassung 1510 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente 1560 zu aktivieren, und um in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebsspannungs- und -drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Herstellungsvorgängen auftreten.

Die innere Einfassung 1535 kann mit der äußeren Einfassung 1520 oder der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die innere Einfassung 1535 mit der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden. Die innere Einfassung 1535 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen rohrförmigen Elementen hergestellt sein, die in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung modifiziert sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die innere Einfassung 1535 eines der aufweitbaren rohrförmigen Elemente, die unter bezug auf Fig. 1 bis 11f vorstehend erläutert sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die innere Einfassung 1535 mit der äußeren Einfassung 1520 durch Aufweiten von zumindest einem Teil der inneren Einfassung 1535 in Kontakt mit der Innenseite der dickwandigen Einfassung 1510 verbunden mit einem bzw. einer der Prozesse und Vorrichtungen, die vorstehend unter bezug auf Fig. 1 bis 11f erläutert sind. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform steht die gesamte Länge der Überlappung der inneren Einfassung 1535 in Kontakt mit der dickwandigen Einfassung 1510 und der Zwischeneinfassung 1530 die Innenseite der dickwandigen Einfassung 1510 und der Zwischeneinfassung 1535. Der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen der inneren Einfassung 1535 und der dickwandigen Einfassung 1510 kann beispielsweise von etwa 500 bis 10.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der inneren Einfassung 1535 und der dickwandigen Einfassung 1510 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die druckaktivierbaren Dichtungselemente zu aktivieren, und um sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Spannungs- und Drucklast-Extremwerten zu widerstehen vermag, die üblicherweise bei Bohr- und Herstellungsvorgängen angetroffen werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 13 gezeigt, umfaßt das obere Ende der inneren Einfassung 1535 ein oder mehr Dichtungselemente 1570, welche eine Gas- und Fluidabdichtung zwischen dem aufgeweiteten Ende der inneren Einfassung 1535 und der Innenwandung der dickwandigen Einfassung 1510 bereitstellen. Die Dichtungselemente 1570 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise Blei-, Kunststoff-, Gummi-, Teflon- oder Epoxid(harz)dichtungen, modifiziert in Übereinstimmung mit den Lehren der vorliegenden Offenbarung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 1570 Dichtungen, die aus Stratalock Epoxidharz geformt sind, das erhältlich ist von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und einen Lasttragegrenzflächensitz bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck der Grenzfläche zwischen dem aufgeweiteten Ende der inneren Einfassung 1535 und der dickwandigen Einfassung 1510 von etwa 500 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Dichtungselemente 1570 zu aktivieren, und um außerdem in optimaler Weise sicherzustellen, daß die Verbindung typischen Betriebs-Extremwerten der Spannungs- und Drucklasten zu widerstehen vermag, die während Bohr- und Herstellungsvorgängen auftreten.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform können die inneren Einfassungen 1520, 1530 und 1535 verbunden sein mit einem vorausgehend positionierten rohrförmigen Element, welches seinerseits mit der äußeren Einfassung 1510 verbunden ist. Die aktuell bevorzugten Ausführungsform können insbesondere verwendet werden, um eine konzentrische Anordnung von rohrförmigen Elementen auszubilden.

Anhand von Fig. 14a, 14b, 14c, 14d, 14e und 14f wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser in einer unterirdischen Formation erläutert.

Wie in Fig. 14a gezeigt, ist eine Brunnenbohrung 1600 in einer unterirdischen Formation 1605 positioniert. Ein erster Einfassungsabschnitt 1610 ist in der Brunnenbohrung 1600 gebildet. Der erste Einfassungsabschnitt 1610 umfaßt einen ringförmigen äußeren Zementkörper 1615 und einen rohrförmigen Einfassungsabschnitt 1620. Der erste Einfassungsabschnitt 1610 kann in der Brunnenbohrung 1600 unter Verwendung herkömmlicher Verfahren und Vorrichtungen gebildet sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Einfassungsabschnitt 1610 unter Verwendung von einem oder mehreren der vorstehend unter Bezug auf Fig. 1 bis 13 oder nachfolgend unter Bezug auf Fig. 14b bis 17b erläuterten Verfahren und Vorrichtungen gebildet.

Der ringförmige Zementkörper 1615 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Zement- oder anderen lasttragfähigen Zusammensetzungen umfassen. Alternativ kann der Zementkörper 1615 weggelassen oder durch eine Epoxid(harz)mischung ersetzt sein.

Der rohrförmige Einfassungsabschnitt 1620 umfaßt bevorzugt ein oberes Ende 1625 und ein unteres Ende 1630. Bevorzugt umfaßt das untere Ende 1625 des rohrförmigen Einfassungsabschnitts 1620 eine äußere ringförmige Eintiefung 1635, die sich ausgehend von dem unteren Ende 1630 des rohrförmigen Einfassungsabschnitts 1620 erstreckt. Auf diese Weise umfaßt das untere Ende 1625 des rohrförmigen Einfassungsabschnitts 1620 einen dünnen Wandabschnitt 1640. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der ringförmige Körper 1645 aus zusammendrückbarem bzw. komprimierbarem Material verbunden mit und zumindest teilweise positioniert in der äußeren ringförmigen Eintiefung 1635. Auf diese Weise umgibt der Körper aus zusammendrückbarem Material 1645 zumindest einen Teil des dünnen Wandabschnitts 1640.

Der rohrförmige Einfassungsabschnitt 1620 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Stahl von Kraftfahrzeugqualität, Kohlenstoffstahl, Weichlegierungsstahl, Faserglas oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der rohrförmige Einfassungsabschnitt 1620 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken. Die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 1640 kann von etwa 0,125 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 1640 von 0,25 bis 1,0 Inch, um in optimaler Weise Berstfestigkeit für typische Betriebsbedingungen bereitzustellen, während die Beständigkeit gegenüber radialer Aufweitung minimiert ist. Die axiale Länge des dünnwandigen Abschnitts 1640 kann von etwa 120 bis 2.400 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des dünnwandigen Abschnitts 1640 von etwa 240 bis 480 Inch.

Der ringförmige Körper aus zusammendrückbarem Material 1645 trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, die rohrförmige Einfassung 1620 in Über-

lappung mit dem rohrförmigen Element 1715 aufzuweiten, eine Fluidichtung, eine Fluidichtung in der Überlappung mit dem rohrförmigen Element 1715 zu bilden, und um einen Eingriffsitz zu erzeugen, der ausreicht, damit das rohrförmige Element 1715 durch die rohrförmige Einfassung 1620 getragen werden kann. Der ringförmige Körper aus zusammendrückbarem Material 1645 umfaßt eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Epoxidharz, Gummi, Teflon, Kunststoffe oder Bleirohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der ringförmige Körper aus zusammendrückbarem Material 1645 StrataLock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in der Überlappungsverbindung bereitzustellen, während es auch ausreichende Nachgiebigkeit besitzt, um dadurch die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, die rohrförmige Einfassung aufzuweiten. Die Wanddicke des ringförmigen Körpers aus zusammendrückbarem Material 1645 kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des ringförmigen Körpers des zusammendrückbaren Materials 1645 von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise eine große komprimierbare bzw. zusammendrückbare Zone bereitzustellen, um die radialen Kräfte zu minimieren, die erforderlich sind, die rohrförmige Einfassung aufzuweiten, um für Einfassungssequenzen Kontakt mit der Innenseite der Brunnenbohrung bei der radialen Aufweitung bereitzustellen, und um eine hydraulische Abdichtung bereitzustellen.

Um, wie in Fig. 14b gezeigt, die Brunnenbohrung 1600 in die unterirdische Formation 1605 einzubringen, wird ein Bohrgestänge in an sich bekannter Weise verwendet, um Material aus der unterirdischen Formation 1605 zu bohren, um einen neuen Brunnenbohrungsabschnitt 1650 bereitzustellen. Der Durchmesser des neuen Abschnitts 1650 ist bevorzugt gleich oder größer als der Innendurchmesser des rohrförmigen Einfassungsabschnitts 1620.

Wie in Fig. 14c gezeigt, wird eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 1700 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser in einer unterirdischen Formation daraufhin in dem neuen Abschnitt 1650 des Brunnenbohrungsabschnitts 1600 positioniert. Die Vorrichtung 1700 umfaßt bevorzugt ein Tragelement 1705, einen aufweitbaren Dorn bzw. einen aufweitbaren Molch 1710, ein rohrförmiges Element 1715, einen Schuh 1720, Schlupf- bzw. Schiebeelemente 1725, einen Fluiddurchlaß 1730, einen oder mehrere Fluiddurchlässe 1735, einen Fluiddurchlaß 1740, einen ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körper 1745, einen zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körper 1750 und eine Druckkammer 1755.

Das Tragelement 1705 trägt die Vorrichtung 1700 innerhalb der Brunnenbohrung 1600. Das Tragelement 1705 ist mit dem Dorn 1710, dem rohrförmigen Element 1715, dem Schuh 1720 und den Schlupfelementen 1725 verbunden. Das Tragelement 1075 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element. Der Fluiddurchlaß 1730 ist in dem Tragelement 1705 positioniert. Die Fluiddurchlässe 1735 verbinden den Fluiddurchlaß 1730 fluidmäßig mit der Druckkammer 1755. Der Fluiddurchlaß 1740 verbindet den Fluiddurchlaß 1730 fluidmäßig mit dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 1700.

Das Tragelement 1705 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Chrom-13-Stahl, Glasfaser oder anderen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das

Tragelement 1705 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise Betriebsfestigkeit bereitzustellen und die Verwendung einer anderen standardmäßigen Ölexplorations-Handhabungsanlage zu erleichtern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des Tragelements 1705 ein Spiralarohr oder ein Bohrrrohr. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Tragelement 1705 eine Lastschulter 1820 zum Abstützen des Dorns 1710, wenn die Druckkammer 1755 von Druck befreit wird.

Der Dorn 1710 wird durch das Tragelement 1705 und den Schuh 1720 gestützt und ist gleitend mit diesen verbunden. Der Dorn 1710 umfaßt bevorzugt einen oberen Abschnitt 1760 und einen unteren Abschnitt 1765. Bevorzugt legen der obere Abschnitt 1760 des Dorns 1710 und das Tragelement 1705 gemeinsam die Druckkammer 1755 fest. Bevorzugt umfaßt der untere Abschnitt 1765 des Dorns 1710 ein Aufweitungselement 1770 zum radialen Aufweiten des rohrförmigen Elements 1715.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Abschnitt 1760 des Dorns 1710 ein rohrförmiges Element 1775 mit einem Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Tragelements 1705. Auf diese Weise wird die ringförmige Druckkammer 1755 festgelegt durch und ist positioniert zwischen dem rohrförmigen Element 1775 und dem Tragelement 1705. Die Oberseite 1780 des rohrförmigen Elements 1775 umfaßt bevorzugt ein Lager und eine Dichtung zum Abdichten und Tragen bzw. Stützen der Oberseite 1780 des rohrförmigen Elements 1775 gegen die Außenseite des Tragelements 1705. Der Boden 1785 des rohrförmigen Elements 1775 umfaßt bevorzugt ein Lager und eine Dichtung zum Abdichten und Stützen des Bodens 1785 des rohrförmigen Elements 1775 gegen die Außenseite des Tragelements 1705 oder des Schuhs 1720. Auf diese Weise bewegt der Dorn 1710 sich in axialer Richtung bei Unterdrucksetzen der Druckkammer 1755.

Der untere Abschnitt 1765 des Dorns 1710 umfaßt bevorzugt ein Aufweitungselement 1770 zum radialen Aufweiten des rohrförmigen Elements 1715 während des Unterdrucksetzens der Druckkammer 1755. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungselement in radialer Richtung aufweitbar. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform paßt die Innenseite des unteren Abschnitts 1765 des Dorns 1710 zusammen mit und gleitet in bezug auf die Außenseite des Schuhs 1720. Der Außendurchmesser des Aufweitungselements 1770 kann von etwa 90 bis 100% des Innendurchmessers der rohrförmigen Einfassung 1620 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außendurchmesser des Aufweitungselements 1770 von etwa 95 bis 99% des Innendurchmessers der rohrförmigen Einfassung 1620. Das Aufweitungselement 1770 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Maschinenwerkzeugstahl, Keramik, Wolframcarbid, Titan oder anderen hochfesten Legierungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Aufweitungselement 1770 hergestellt aus D2-Maschinenwerkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Abriebbeständigkeit bereitzustellen.

Das rohrförmige Element 1715 ist gekoppelt mit und getragen durch das Tragelement 1705 und die Schlupf- bzw. Gleitelemente 1725. Das rohrförmige Element 1715 umfaßt einen oberen Abschnitt 1790 und einen unteren Abschnitt 1795.

Der obere Abschnitt 1790 des rohrförmigen Elements 1715 umfaßt bevorzugt eine innere ringförmige Eintiefung 1800, die sich ausgehend vom oberen Abschnitt 1790 des

rohrförmigen Elements 1715 erstreckt. Auf diese Weise umfaßt zumindest ein Teil des oberen Abschnitts 1790 des rohrförmigen Elements 1715 einen dünnwandigen Abschnitt 1805. Das erste zusammendrückbare ringförmige Element 1745 ist bevorzugt verbunden mit und getragen durch die Außenseite des oberen Abschnitts 1790 des rohrförmigen Elements 1715 in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt 1805.

Der untere Abschnitt 1795 des rohrförmigen Elements 1715 umfaßt bevorzugt eine äußere ringförmige Eintiefung 1810, die sich ausgehend von dem unteren Abschnitt 1790 des rohrförmigen Elements 1715 erstreckt. Auf diese Weise umfaßt zumindest ein Teil des unteren Abschnitts 1795 des rohrförmigen Elements 1715 einen dünnwandigen Abschnitt 1815. Das zweite zusammendrückbare ringförmige Element 1750 ist verbunden mit und zumindest teilweise getragen innerhalb der äußeren ringförmigen Eintiefung 1810 des oberen Abschnitts 1790 des ringförmigen Elements 1715 in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt 1815.

Das rohrförmige Element 1715 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Stahl von Kraftfahrzeugqualität, Faserglas, Chrom-13-Stahl oder anderem hochfesten Material oder aus hochfestem Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element 1715 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise Betriebsfestigkeit bereitzustellen.

Der Schuh 1720 ist getragen durch und verbunden mit dem Tragelement 1705. Der Schuh 1720 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Wanddicke des Schuhs 1720 größer als die Wanddicke des Tragelements 1705, um in optimaler Weise verbesserte radiale Abstützung für den Dorn 1710 bereitzustellen. Der Schuh 1720 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Stahl von Kraftfahrzeugqualität, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl oder hochfestem Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schuh 1720 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise passende Betriebsfestigkeit für die ganze Vorrichtung bereitzustellen.

Die Gleit- bzw. Schlupfelemente 1725 sind verbunden mit und getragen bzw. abgestützt durch das Tragelement 1705. Die Gleitelemente 1725 tragen in lösbarer Weise das rohrförmige Element 1715. Auf diese Weise tragen die Gleitelemente 1775 während des radialen Aufweitens des rohrförmigen Elements 1715 dazu bei, das rohrförmige Element 1715 in im wesentlichen stationärer Position zu halten, indem eine Aufwärtsbewegung des rohrförmigen Elements 1715 verhindert wird.

Die Gleit- bzw. Schlupfelemente 1725 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungselement-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Gleitelement-Wicker-Gleitringe oder obere mechanische rückgewinnbare Brückentopfen-Wolframcarbid-Gleitringe, Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente 1725 mechanische RTTS-Dichtungselement-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Gleitele-

mente 1725 dazu ausgelegt, axiale Kräfte aufzunehmen bzw. zu tragen, die von etwa 0 bis 750.000 lbf reichen.

Der Fluiddurchlaß 1730 fördert Fluidmaterialien bzw. flüssige Materialien von einer Oberflächenstelle in das Innere des Tragelements 1705, die Druckkammer 1755 und den Bereich außerhalb der Vorrichtung 1700. Der Fluiddurchlaß 1730 ist fluidmäßig verbunden mit der Druckkammer 1755 durch den Fluiddurchlaß 1735. Der Fluiddurchlaß 1730 ist fluidmäßig verbunden mit dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 1700 durch den Fluiddurchlaß 1740.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1730 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien bzw. flüssige Materialien zu fördern, wie beispielsweise Zement, Epoxidharz, Bohrschlämme, Schlackenmischung, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1730 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien bzw. flüssige Materialien mit einem Durchsatz und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Durchsätze und Betriebsdrücke für die radialen Aufweitungsprozesse bereitzustellen.

Die Fluiddurchlässe 1735 fördern Fluidmaterial bzw. flüssiges Material von dem Fluiddurchlaß 1730 zu der Druckkammer 1755. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1735 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Bohrschlämme, Wasser oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1735 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit einem Durchsatz und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für die verschiedenen Aufweitungsprozesse bereitzustellen.

Der Fluiddurchlaß 1740 fördert Fluidmaterialien ausgehend vom Fluiddurchlaß 1730 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 1700. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1740 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Bohrschlämme, Wasser und Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1740 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit einem Durchsatz und Drücken zu fördern, die von etwa 0 bis 3.000 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für die verschiedenen radialen Aufweitungsprozesse bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1740 dazu ausgelegt, einen Stopfen oder eine ähnliche Einrichtung zum Abdichten des Fluiddurchlasses 1740 aufzunehmen. Auf diese Weise kann die Druckkammer 1755 unter Druck gesetzt werden.

Der erste zusammendrückbare ringförmige Körper 1745 ist verbunden mit und getragen durch eine Außenseite des oberen Abschnitts 1790 des rohrförmigen Elements 1715. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste zusammendrückbare rohrförmige Körper 1745 in gegenüberliegender Beziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt 1805 des rohrförmigen Elements 1715 positioniert.

Der erste zusammendrückbare rohrförmige Körper 1745 trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, das rohrförmige Element 1715 in Überlappung mit der rohrförmigen Einfassung 1620 aufzuweiten, eine Fluidichtung in der Überlappung mit der rohrförmigen Einfassung 1620 zu erzeugen, und einen Eingriffssitz zu erzeugen, der ausreicht, zu ermöglichen, daß das rohrförmige Element 1710 durch die rohrförmige Einfassung 1620 getragen bzw. gestützt wird. Der erste zusammendrückbare rohrförmige Körper 1745 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlich erhältlichen, zusammendrückbaren Materialien umfassen,

wie beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Teflon, Kunststoff oder hohle Bleirohre. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste zusammendrückbare rohrförmige Körper 1745 StrataLock-Epoxidharz, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Hydraulikdichtung und Zusammendrückbarkeit bereitzustellen, um die radiale Aufweitungskraft zu minimieren.

Die Wanddicke des ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1745 kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des ersten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1745 von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise (1) eine große zusammendrückbare Zone bereitzustellen, (2) die erforderliche radiale Aufweitungskraft zu minimieren und (3) die radiale Kraft zu den rohrförmigen Einfassungen zu übertragen. Infolge hiervon ist der gesamte Außendurchmesser des rohrförmigen Elements 1715 ungefähr gleich dem gesamten Innendurchmesser des rohrförmigen Elements 1620.

Der zweite zusammendrückbare rohrförmige Körper 1750 ist verbunden und zumindest teilweise getragen bzw. abgestützt innerhalb der äußeren ringförmigen Eintiefung 1810 des rohrförmigen Elements 1715. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite zusammendrückbare ringförmige Körper 1750 positioniert in Gegenüberlagebeziehung zu dem dünnwandigen Abschnitt 1815 des rohrförmigen Elements 1715.

Der zweite zusammendrückbare ringförmige Körper 1750 trägt dazu bei, die radiale Kraft zu minimieren, die erforderlich ist, das rohrförmige Element 1715 in Überlappung mit einem weiteren rohrförmigen Element aufzuweiten, eine Fluidichtung in der Überlappung des rohrförmigen Elements 1715 mit einem weiteren rohrförmigen Element zu erzeugen und einen Eingriffssitz zu erzeugen, der ausreicht, es einem weiteren rohrförmigen Element zu erlauben, durch das rohrförmige Element 1715 getragen bzw. gestützt zu werden. Der zweite zusammendrückbare ringförmige Körper 1750 kann eine beliebige Anzahl von kommerziell erhältlichen zusammendrückbaren Materialien umfassen, wie beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Teflon, Kunststoff oder hohles Bleirohr(werk). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste zusammendrückbare ringförmige Körper 1750 StrataLock-Epoxid(harz), erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine hydraulische Dichtung in der Überlappingsverbindung bereitzustellen, sowie Zusammendrückbarkeit, welche die radiale Aufweitungskraft minimiert.

Die Wanddicke des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1750 kann von etwa 0,05 bis 0,75 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1750 von etwa 0,1 bis 0,5 Inch, um in optimaler Weise eine große Zusammendrück- bzw. Kompressionszone bereitzustellen, und um die radiale Kraft zu minimieren, welche erforderlich ist, das rohrförmige Element 1715 während nachfolgender radialer Aufweitungsvorgänge aufzuweiten.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Außendurchmesser des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1750 dazu ausgelegt, eine Dichtung gegenüber der umgebenden Formation bereitzustellen, um die Notwendigkeit für einen äußeren ringförmigen Zementkörper zu beseitigen.

Die Druckkammer 1755 ist fluidmäßig mit dem Fluiddurchlaß 1730 durch die Fluiddurchlässe 1735 verbunden. Die Druckkammer 1755 ist bevorzugt dazu ausgelegt, Fluid bzw. flüssige Materialien, wie etwa beispielsweise Bohrschlämme, Wasser oder Bohrgase aufzunehmen. Gemäß ei-

ner bevorzugten Ausführungsform ist die Druckkammer 1755 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien mit einem Durchsatz und Drücken aufzunehmen, die von etwa 0 bis 500 Gallonen/Minute bzw. 0 bis 9.000 psi reichen, um in optimaler Weise einen Aufweitungsdruck bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht während des unter Druck setzens der Druckkammer 1755 der Betriebsdruck der Druckkammer von etwa 0 bis 500 psi, um in optimaler Weise einen Aufweitungsdruck bereitzustellen, während die Möglichkeit einer katastrophalen Störung aufgrund von Überdruckerzeugung minimiert wird.

Wie in Fig. 14d gezeigt, ist die Vorrichtung 1700 bevorzugt im Bohrloch 1600 positioniert, wobei das rohrförmige Element 1715 in überlappender Beziehung mit der rohrförmigen Einfassung 1620 positioniert ist. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die dünnen Wandabschnitte 1640 und 1605 der rohrförmigen Einfassung 1620 und des rohrförmigen Elements 1725 in gegenüberliegender Überlappingsbeziehung positioniert. Auf diese Weise drückt das radiale Aufweiten des rohrförmigen Elements 1725 die dünnen Wandabschnitte 1640 und 1805, die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente 1645 und 1745 in innigen Kontakt (miteinander).

Nach dem Positionieren der Vorrichtung 1700 wird ein Fluidmaterial 1825 in den Fluiddurchlaß 1730 gepumpt. Das Fluidmaterial bzw. das flüssige Material 1825 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase, Zement oder Epoxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial 1825 ein aushärtbares flüssiges bzw. Fluidichtungsmaterial, wie beispielsweise Zement, um einen äußeren ringförmigen Körper um das aufweitbare rohrförmige Element 1715 bereitzustellen.

Das Fluidmaterial 1825 kann in den Fluiddurchlaß 1730 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen beispielsweise gepumpt werden, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.00 Gallonen/Minute reichen.

Das in den Fluiddurchlaß 1730 gepumpte Fluidmaterial 1845 durchsetzt den Fluiddurchlaß 1740 und die Außenseite der Vorrichtung 1700. Das Fluidmaterial 1825 füllt den ringförmigen Bereich 1830 zwischen der Außenseite der Vorrichtung 1700 und den Innenwänden der Brunnenbohrung 1600.

Wie in Fig. 14e gezeigt, wird daraufhin ein Stopfen 1835 in den Fluiddurchlaß 1730 eingeführt. Der Stopfen 1835 gelangt zum Sitz im Einlaß im Fluiddurchlaß 1740 unter fluidmäßiger Isolierung und Versperrung des Fluiddurchlasses 1730.

Daraufhin wird ein flüssiges bzw. ein Fluidmaterial 1840 in den Fluiddurchlaß 1730 gepumpt. Das Fluidmaterial 1840 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Bohrgase. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial 1825 ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie beispielsweise Bohrschlamm oder Bohrgase, um in optimaler Weise das Unterdrucksetzen der Druckkammer 1755 bereitzustellen.

Das Fluidmaterial 1840 kann in den Fluiddurchlaß 1730 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial 1840 in den Fluiddurchlaß 1730 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 500 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 500 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für die radiale Aufweitung bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß 1730 gepumpte Fluidmaterial 1840 durchsetzt die Fluiddurchlässe 1735 und gelangt in die Druckkammer 1755. Fortgesetztes Pumpen des Fluidmaterials 1840 setzt die Druckkammer 1755 unter Druck. Das unter Druck setzen der Druckkammer 1755 veranlaßt den Dorn 1710 dazu, sich relativ zu dem Tragelement 1705 in der mit den Pfeilen 1845 bezeichneten Richtung zu bewegen. Auf diese Weise sorgt der Dorn 1710 dafür, daß das rohrförmige Element 1715 sich in radialer Richtung aufweitet.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird das rohrförmige Element 1715 daran gehindert, sich in Aufwärtsrichtung zu bewegen, und zwar durch die Gleitelemente 1725. Die Länge des rohrförmigen Elements 1715 wird daraufhin in radialer Richtung durch unter Druck setzen der Druckkammer 1755 aufgeweitet. Die Menge des rohrförmigen Elements 1715, das während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, ist proportional zur Hublänge des Dorns 1710. Nach Beendigung des Hubs wird der Betriebsdruck der Druckkammer 1755 verringert, und der Dorn 1710 fällt in seine Ruheposition herunter, wobei das rohrförmige Element 1715 durch den Dorn 1710 getragen ist. Die Position des Tragelements 1705 kann während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses eingestellt werden, um die Überlappingsbeziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten 1640 und 1805 der rohrförmigen Einfassung 1620 und des rohrförmigen Elements 1715 aufrechtzuerhalten. Die Hubbewegung des Dorns 1710 wird daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt 1805 des rohrförmigen Elements 1715 aufgeweitet ist in den dünnwandigen Abschnitt 1640 der rohrförmigen Einfassung 1620.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während des abschließenden Hubs des Dorns 1710 die Gleitelemente 1725 so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt 1805 des rohrförmigen Elements 1715 positioniert, um ein Verrutschen zwischen dem rohrförmigen Element 1715 und der rohrförmigen Einfassung 1620 am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist der Außendurchmesser des ersten zusammendrückbaren ringförmigen Elements 1745 gewählt, einen ausreichenden Eingriffsitz mit der rohrförmigen Einfassung 1620 bereitzustellen, um eine axiale Verschiebung des rohrförmigen Elements 1715 während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich ist der Außendurchmesser des zweiten zusammendrückbaren ringförmigen Körpers 1750 groß genug, um einen Grenzflächensitz bzw. Eingriffsitz mit den Innenwänden der Brunnenbohrung 1600 an einem zu einem früheren Punkt während des radialen Aufweitungsprozesses bereitzustellen, um eine weitere axiale Verschiebung des rohrförmigen Elements 1715 zu verhindern. Gemäß dieser abschließenden Alternative wird der Eingriffsitz bevorzugt gewählt, um eine Aufweitung des rohrförmigen Elements 1715 durch Ziehen des Dorns 1710 aus der Brunnenbohrung heraus zu ermöglichen, ohne daß die Druckkammer 1755 unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die Druckbereiche der Vorrichtung 1700 begrenzt auf die Fluiddurchlässe 1730 in dem Tragelement 1705 und der Druckkammer 1755 in dem Dorn 1710. Kein Fluiddruck wirkt direkt auf das rohrförmige Element 1715. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, denen das rohrförmige Element 1715 normalerweise widerstehen würde.

Sobald das rohrförmige Element 1715 vollständig von dem Dorn 1710 weggepreßt ist, werden das Tragelement 1705 und der Dorn 1710 aus der Brunnenbohrung 1600 ent-



fernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten 1640 und 1805, den zusammendrückbaren Elementen 1645 und 1745, von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise das rohrförmige Element 1715 unter Verwendung der rohrförmigen Einfassung 1620 zu tragen bzw. abzustützen.

Auf diese Weise wird das rohrförmige Element 1715 in Kontakt mit der rohrförmigen Einfassung 1620 radial aufgeweitet durch Unterdrucksetzen des Innern der Fluiddurchlässe 1730 und der Druckkammer 1755.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und wie in Fig. 14f gezeigt, werden, sobald das rohrförmige Element 1715 vollständig in radialer Richtung durch den Dorn 1710 aufgeweitet ist, das Tragelement 1705 und der Dorn 1710 aus der Brunnenbohrung 1600 entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial daraufhin aushärten gelassen, um einen starren äußeren ringförmigen Körper 1850 zu bilden. In dem Fall, daß das rohrförmige Element 1715 gestützt ist, durchsetzt das aushärtbare Fluidmaterial das aufgeweitete rohrförmige Element 1715 und umgibt dieses.

Der resultierende neue Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung 1855 umfaßt das aufgeweitete rohrförmige Element 1715 und den starren bzw. steifen äußeren ringförmigen Körper 1850. Die Überlappungsverbindung 1860 zwischen der rohrförmigen Einfassung 1620 und dem aufgeweiteten rohrförmigen Element 1715 umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte 1640 und 1805 und die zusammendrückbaren ringförmigen Körper 1645 und 1745. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Brunnenbohrungseinfassungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise ist eine Brunnenbohrungseinfassung mit über ihre gesamte Länge gleichmäßigem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß des Aufweitungsweitens überlappender rohrförmiger Elemente mit dünnen Wandabschnitten mit zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt kann für die gesamte Länge einer Brunnenbohrung wiederholt werden.

Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit über ihre gesamte Länge gleichem Durchmesser für tausende von Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Nunmehr wird unter bezug auf Fig. 15, 15a und 15b eine Ausführungsform einer Vorrichtung 1900 zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Die Vorrichtung 1900 umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr 1905, einen Innengestängeadapter 1910, eine Dichtungsbuchse 1915, einen inneren Dichtungsdorn 1920, einen oberen Dichtungskopf 1925, einen unteren Dichtungskopf 1930, einen äußeren Dichtungsdorn 1935, einen Last(trage)dorn 1940, einen Aufweitungskonus 1945, eine Dornstarteinrichtung bzw. Dornzuführeinrichtung 1950, einen mechanischen Schlupf- bzw. Rutsch- bzw. Gleitkörper 1955, mechanische Schlupf- bzw. Rutsch- bzw. Gleitelemente 1960, Schleppblöcke 1965, eine Einfassung 1970 und Fluiddurchlässe 1975, 1980, 1985 und 1990.

Das Bohrrohr 1905 ist mit dem Innengestängeadapter 1910 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 1900 trägt bzw. stützt das Bohrrohr 1905 die Vorrichtung 1900. Das Bohrrohr 1905 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr 1905 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield-Country-Tubular-Bohrrohr, Glasfaser- oder Spiralrohr(werk). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 1905 hergestellt aus Spiralrohr(werk), um in optimaler Weise die

Plazierung der Vorrichtung 1900 in nicht vertikalen Bohrlöchern zu erleichtern. Das Bohrrohr 1905 kann mit dem Innengestängeadapter 1910 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher, kommerziell erhältlicher mechanischer Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise durch eine Bohrrohrverbindung, OCTG-Spezial-Typ-Kasten- und -Stift-Verbindung, Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder eine Standard-Kasten/Stift-Verbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 1905 entferntbar verbunden bzw. lösbar verbunden mit dem Innengestängeadapter 1910 durch eine Bohrrohrverbindung.

Das Bohrrohr 1905 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1975, der dazu ausgelegt ist, Fördermaterialien von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 1980 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1975 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxid(harz) oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 1910 ist mit dem Bohrgestänge 1905 und der Dichtungsbuchse 1915 verbunden. Der Innengestängeadapter 1910 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter 1910 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die eng zusammenpassen mit denjenigen des Bohrgestänges 1905.

Der Innengestängeadapter 1910 kann mit dem Bohrgestänge 1905 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Verbindungen bzw. Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise durch eine Bohrverbindung, Oilfield-Country-Tubular-Goods-Spezial-Typ-Schraubverbindung, Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standard-Schraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 1910 entferntbar bzw. lösbar verbunden mit dem Bohrrohr 1905 durch eine Bohrrohr-Verbindung. Der Innengestängeadapter 1910 kann mit der Dichtungsbuchse 1915 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl herkömmlicher, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise mit einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, Ratschenverriegelungsschraubverbindungen oder mit einer Standard-Schraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 1910 lösbar mit der Dichtungsbuchse 1915 durch eine Standardschraubverbindung verbunden.

Der Innengestängeadapter 1910 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1980, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 1975 in den Fluiddurchlaß 1985 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1980 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 1915 ist mit dem Innengestängeadapter 1910 und dem inneren Dichtungsdorn 1920 verbunden. Die Dichtungsbuchse 1915 umfaßt bevorzugt ein im

wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 1915 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Weichlegierungsstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die im wesentlichen mit den übrigen Teilen der Vorrichtung 1900 zusammenpassen bzw. übereinstimmen.

Die Dichtungsbuchse 1915 kann mit dem Innengestängeadapter 1910 unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise mit einer Bohrohrverbindung, mit einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer anderen standardmäßigen Schraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 lösbar verbunden mit dem Innengewindeadapter 1910 durch eine Standardschraubverbindung. Die Dichtungsbuchse 1915 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 1920 unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einem speziellen Typ einer Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 1915 lösbar verbunden mit dem inneren Dichtungsdorn 1920 durch eine Standardschraubverbindung.

Die Dichtungsbuchse 1915 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1985, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 1980 in den Fluiddurchlaß 1990 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1985 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxid(harz) oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der innere Dichtungsdorn 1920 ist mit der Dichtungsbuchse 1915 und dem unteren Dichtungskopf 1930 verbunden. Der innere Dichtungsdorn 1920 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn 1920 ist hergestellt aus einer Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 1920 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise mechanische Eigenschaften bereitzustellen, die ähnlich zu denjenigen der anderen Bestandteile der Vorrichtung 1900 sind, während er außerdem eine glatte Außenfläche bzw. Außenseite bereitstellt, um Dichtungen und andere sich bewegende Teile zu tragen, die dadurch mit minimalem Verschleiß, Korrosion und Pitting betrieben bzw. betätigt werden können.

Der innere Dichtungsdorn 1920 kann mit der Dichtungsbuchse 1915 unter Verwendung einer Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 1920 lösbar mit der Dichtungsbuchse 1915 durch eine Standardschraubverbindung verbunden. Der in-

nere Dichtungsdorn 1920 kann mit dem unteren Dichtungskopf 1930 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 1920 mit dem unteren Dichtungskopf 1930 durch eine Standardschraubverbindung verbunden.

Der innere Dichtungsdorn 1920 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1990, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 1985 in den Fluiddurchlaß 1995 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1990 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Bohrschlamm, Epoxidharz oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf 1925 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 und dem Aufweitungskonus 1945 verbunden. Der obere Dichtungskopf 1925 ist außerdem beweglich verbunden mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 1920 und der Innenseite der Einfassung. Auf diese Weise kehren der obere Dichtungskopf 1925, der äußere Dichtungsdorn 1925 und der Aufweitungsdom 1945 die axiale Richtung um bzw. laufen entlang der axiale Richtung hin und her. Der radiale Abstand bzw. Freiraum zwischen der inneren Zylinderfläche des oberen Dichtungskopfs 1925 und der Außenfläche bzw. Außenseite des inneren Dichtungsdorns 1920 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der inneren Zylinderfläche des oberen Dichtungskopfs 1925 und einen Freiraum für eine Druckdichtungsplazierung bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der äußeren Zylinderseite bzw. -fläche des oberen Dichtungskopfs 1925 und der Innenseite der Einfassung 1970 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der äußeren Zylinderfläche des oberen Dichtungskopfs 1925 und der inneren Fläche der Einfassung 1970 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung des Aufweitungskonus 1945 bereitzustellen, wenn sich dieser innerhalb der Einfassung 1970 aufwärts bewegt.

Der obere Dichtungskopf 1925 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element, welches im wesentlichen zylindrische Innen- und Außenseiten aufweist. Der obere Dichtungskopf 1925 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Maschinenwerkzeugstahl, oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 1925 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und glatte Außenseiten bereitzustellen, die beständig sind gegenüber Verschleiß, Galling, Korrosion und Pitting.

Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs 1925 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 200 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopfs 1925 und dem inneren Dichtungsdorn 1920. Die Dichtungselemente 2000 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte bzw. vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2000 Polypak-Dichtungen, erhältliche von Parker Seals, um



in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Bewegung bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf 1925 eine Schulter 2005 zum Tragen bzw. Stützen des oberen Dichtungskopfs 1925 auf dem unteren Dichtungskopf 1930.

Der obere Dichtungskopf 1925 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 1925 lösbar verbunden mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Verbindung zwischen dem oberen Dichtungskopf 1925 und dem äußeren Dichtungsdorn 1935 ein oder mehrere Dichtungselemente 2010 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 1925 und dem äußeren Dichtungsdorn 1935. Die Dichtungselemente 2010 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder mit Metallfeder vorgespannte bzw. verstärkte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 201 Polypak-Dichtungen erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hubbewegung bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 1930 ist mit dem inneren Dichtungsdorn 1920 und dem Last- bzw. Lasttragedorn 1940 verbunden. Der untere Dichtungskopf 1930 kann außerdem beweglich verbunden sein mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 1925 und der äußere Dichtungsdorn 1935 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930 und der inneren Seite des äußeren Dichtungsdorns 1925 können von beispielsweise 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935 von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise enge Toleranz bereitzustellen mit dem Raum zum Installieren von Druckdichtungsringen.

Der untere Dichtungskopf 1930 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der untere Dichtungskopf 1930 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Maschinenwerkzeugstahl oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 1930 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß, Galling, Korrosion und Pitting bereitzustellen.

Eine Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2015 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem äußeren Dichtungsdorn 1935. Die Dichtungselemente 2015 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Elementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder mit Metallfedern verstärkte bzw. vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente

2015 Polypak-Dichtungen erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 1930 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 1920 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrlochverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 1930 mit dem inneren Dichtungsdorn 1920 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem inneren Dichtungsdorn 1920 ein oder mehrere Dichtungselemente 2020 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem inneren Dichtungsdorn 1920. Die Dichtungselemente 2020 können beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen, mit Metall verstärkte oder durch diese vorgespannte bzw. angetriebene oder mit Energie versorgte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2020 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Bewegung bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 1930 kann mit dem Lastdorn 1940 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder Kleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 1930 mit dem Lastdorn 1940 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung bzw. Verbindung zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem Lastdorn 1940 ein oder mehrere Dichtungselemente 2025 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem Lastdorn 1940. Die Dichtungselemente 2025 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2025 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf 1930 einen Durchlaß 2040, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe 1990 und 1995 geschaltet und mit diesen verbunden ist. Der Durchlaß bzw. Verengungsdurchlaß 2040 hat bevorzugt verringerte Abmessungen bzw. Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 2045 aufzunehmen und in Eingriff mit diesem zu gelangen, oder eine ähnliche Vorrichtung aufzunehmen. Auf diese Weise ist der Fluiddurchlaß 1990 fluidmäßig von dem Fluiddurchlaß 1995 isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer 2030 unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn 1935 ist mit dem oberen Dichtungskopf 1925 und dem Aufweitungskonus 1945 verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 1935 ist außerdem beweglich verbunden mit der Innenseite der Einfassung 1970 und

der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 1925, der äußere Dichtungsdorn 1935 und der Aufweitungskonus 1945 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935 und der Innenseite der Einfassung 1970 können beispielsweise von 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935 und der Innenseite der Einfassung 1970 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine maximale Kolbenquerschnittsfläche bereitzustellen, um die radiale Aufweitungskraft maximal zu machen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 1935 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 1930 von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Spalt für die Dichtungselemente bereitzustellen, damit diese diesen überbrücken können, und um eine Dichtung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 1935 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten bzw. -flächen. Der äußere Dichtungsdorn 1935 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Chrom-13-Stahl oder Edelstahl. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 1935 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise maximale Festigkeit und minimale Wanddicke bereitzustellen, während außerdem Korrosionsbeständigkeit und Beständigkeit gegenüber Galling und Pitting bereitgestellt wird.

Der äußere Dichtungsdorn 1935 kann mit dem oberen Dichtungskopf 1925 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, Standardschraubverbindungen oder durch Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 1935 lösbar mit dem oberen Dichtungskopf 1925 durch eine Standardschraubverbindung verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 1935 kann mit dem Aufweitungskonus 1945 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung oder durch Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 1935 mit dem Aufweitungskonus 1945 durch eine Standardschraubverbindung bzw. durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf 1925, der untere Dichtungskopf 1930, der innere Dichtungsdorn 1920 und der äußere Dichtungsdorn 1935 legen gemeinsam eine Druckkammer 2030 fest. Die Druckkammer 2030 ist fluidmäßig mit dem Durchlaß 1990 über einen oder mehrere Durchlässe 2035 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 1900 steht der Stopfen 2045 im Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß 2040, um den Fluiddurchlaß 1990 von dem Fluiddurchlaß 1925 fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer 2030 wird daraufhin unter Druck gesetzt und veranlaßt ihrerseits den oberen Dichtungskopf 1925, den äußeren Dichtungsdorn 1935, den Aufweitungskonus 1945, um in axialer Richtung

hin- und herzulaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 1945 ihrerseits weitet die Einfassung 1970 in radialer Richtung auf.

Der Lastdorn 1940 ist mit dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem mechanischen Rutsch- bzw. Gleitkörper 1955 verbunden.

Der Lastdorn 1940 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einer im wesentlichen zylindrischen Innenseite und einer im wesentlichen zylindrischen Außenseite. Der Lastdorn 1940 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 1940 aus Oilfield Country Tubular Goods hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Der Lastdorn 1940 kann mit dem unteren Dichtungskopf 1930 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 1940 mit dem unteren Dichtungskopf 1930 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn 1940 kann mit dem mechanischen Gleitkörper 1955 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise durch eine Bohrohrverbindung, durch Schraubverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 1940 mit dem mechanischen Gleit- bzw. Rutschkörper 1955 durch eine Standardschraubverbindung verbunden.

Der Lastdorn 1940 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 1995, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 1990 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 1900 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 1995 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 1945 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 verbunden. Der Aufweitungskonus 1945 ist beweglich mit der Innenseite der Einfassung 1970 verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 1925, der äußere Dichtungsdorn 1935 und der Aufweitungskonus 1945 in axialer Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus 1945 veranlaßt die Einfassung 1970 dazu, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 1945 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element, das im wesentlichen zylindrische Innen- und konische Außenflächen aufweist. Der Außenradius der konischen Außenfläche bzw. Außenseite kann beispielsweise von 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenfläche von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Konusabmessungen für den typischen Bereich von rohrförmigen Elementen bereitzustellen.

Die axiale Länge des Aufweitungskonus 1945 kann beispielsweise dem etwa 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 1945 entsprechen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale

Länge des Aufweitungskonus 1945 vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 1945, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrieren des Aufweitungskonus 1945 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 1945 von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte mit dem gewünschten Ausmaß an radialer Aufweitung auszugleichen. Der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 1945 variiert als Funktion der Betriebsparameter des speziellen Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus 1945 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Keramik, Wolframcarbid, Nitridstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 1945 hergestellt aus D2-Maschinenwerkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Korrosion, Verschleiß, Galling und Pittig bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus 1945 eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 1945 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 1945 mit dem äußeren Dichtungsdorn 1935 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise die Verbinder- bzw. Verbindungsfestigkeit für die typischen Betriebslastbedingungen bereitzustellen, während außerdem ein problemloses Entfernen bzw. Herausnehmen des Aufweitungskonus 1945 möglich ist. Die Dornstarteinrichtung 1950 ist mit dem Gehäuse 1970 verbunden. Die Dornstarteinrichtung 1950 umfaßt einen rohrförmigen Abschnitt einer Einfassung mit reduzierter Wanddicke im Vergleich zu der Einfassung 1970. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke der Dornstarteinrichtung etwa 50 bis 100% der Wanddicke der Einfassung 1970. Auf diese Weise wird das Einleiten der radialen Aufweitung für die Einfassung 1970 für die Einfassung erleichtert und die Einführung der Dornstarteinrichtung 1950 mit größerem Außendurchmesser in die Brunnenbohrung und/oder die Einfassung wird erleichtert.

Die Dornstarteinrichtung 1950 kann mit der Einfassung 1970 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Die Dornstarteinrichtung 1950 kann eine Wanddicke aufweisen, die beispielsweise von etwa 0,15 bis 1,5 Inch reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 1950 von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bei kleinem Gesamtprofil bereitzustellen.

Die Dornstarteinrichtung 1950 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung 1950 hergestellt aus Oilfield Tubular Goods hoher Festigkeit, jedoch geringerer Wanddicke als die Wand-

dicke der Einfassung 1970, um in optimaler Weise einen dünnwandigen Behälter mit ungefähr derselben Berstfestigkeit, wie die Einfassung 1970, bereitzustellen.

Der mechanische Gleit- bzw. Schlupfkörper 1955 ist mit dem Lastdorn 1970, den mechanischen Schlupfelementen 1960 und den Schlupfblöcken 1965 verbunden. Der mechanische Gleitkörper 1955 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß 2050, der mit dem Durchlaß 1995 fluidmäßig verbunden ist. Auf diese Weise können Fluidmaterialien von bzw. aus dem Durchlaß 2050 zu einem Bereich außerhalb der Vorrichtung 1900 gefördert werden.

Der mechanische Gleitkörper 1955 kann mit dem Lastdorn 1940 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 1955 lösbar mit dem Lastdorn 1940 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und es dem mechanischen Gleitkörper 1955 zu erlauben, problemlos ersetzt zu werden. Der mechanische Gleitkörper 1955 kann mit den mechanischen Gleitelementen 1955 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 1955 mit den mechanischen Gleitelementen 1955 unter Verwendung von Gewinden und Gleitstahl-Rückhaltenringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Verbindung bereitzustellen und ein problemloses Ersetzen der mechanischen Schleifelemente 1955 zu erlauben. Der mechanische Schleifkörper 1955 kann mit den Schleppblöcken 1965 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 1955 mit den Schleppblöcken 1965 unter Verwendung von Schraubverbindungen und Gleitstahl-Rückhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und ein problemloses Ersetzen der Schleppblöcke 1965 zu ermöglichen.

Die mechanischen Gleitelemente 1960 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 1955 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 1900 verhindern die mechanischen Gleitelemente 1960 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 1970 und der Dornstarteinrichtung 1950. Während der mechanischen Hin- und Herbewegung des Aufweitungsdoms 1945 werden auf diese Weise die Einfassung 1970 und die Dornstarteinrichtung 1950 in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970 in radialer Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 1945 aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente 1960 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wicker-Gleitelemente oder obere Gleitelemente aus Wolframcarbid vom rückgewinnbaren Brückenstopfen-Typ, Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente 1960 mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einer axialen Bewegung der Einfassung 1970 während des Aufweitungsprozesses entgegenzuwirken.

Die Schleppblöcke 1965 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 1955 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 1900 verhindern die Schleppblöcke 1965 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 1970 und der

Dornstarteinrichtung 1950. Während des axialen Hin- und Herlaufens des Aufweitungskonus 1945 werden damit die Einfassung 1970 und die Dornstarteinrichtung 1950 in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970 in axialer Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 1945 aufgeweitet.

Die Schleppblöcke 1965 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Packer-Dichtungsstück-Wicker-Gleitelemente oder Gleitelemente aus Wolframcarbid vom rückgewinnbaren Brückenstopfen-Typ, Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke 1965 mechanische RTTS-Gleitsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einer axialen Bewegung der Einfassung 1970 während des Aufweitungsprozesses entgegenzuwirken.

Die Einfassung 1970 ist mit der Dornstarteinrichtung 1950 verbunden. Die Einfassung 1970 ist außerdem lösbar mit den mechanischen Gleitelementen 1960 und den Schleppblöcken 1965 verbunden. Die Einfassung 1970 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 1970 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 1970 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende der Einfassung 1970 ein oder mehrere Dichtungselemente, die um die Außenseite der Einfassung 1970 angeordnet sind.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung 1900 in einer Brunnenbohrung positioniert, wobei das obere Ende der Einfassung 1970 in überlappender Beziehung innerhalb einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert wird. Um innerhalb des Bohrlochs während der Platzierung der Vorrichtung 1900 Stoßdrücke bzw. Druckstöße zu minimieren, ist der Fluiddurchlaß 1945 bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Platzierung der Vorrichtung 1900 in der Brunnenbohrung ist die Einfassung 1970 durch den Aufweitungskonus 1945 abgestützt.

Nach der Positionierung der Vorrichtung 1900 in dem Bohrloch in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt der Bohrlocheinfassung wird ein erstes Fluidmaterial bzw. flüssiges Material in den Fluiddurchlaß 1975 ausgehend von einer Oberflächenstelle gepumpt. Das erste Fluidmaterial wird ausgehend von dem Fluiddurchlaß 1945 zu den bzw. in die Fluiddurchlässe 1980, 1985, 1990, 1995 und 2050 gefördert. Das erste Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 1900 und den Innenwänden des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxid(harz) oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie beispielsweise Zement oder Epoxid(harz). Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit einer äußeren ringförmigen Schicht aus ei-

nem aushärtbaren Material gebildet werden.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 1900 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung 1900 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise Betriebsdrücke und Durchsätze für typische Betriebsbedingungen bereitzustellen.

Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt beim Einspritzen des ersten Fluidmaterials, wie beispielsweise zu dem Zeitpunkt, nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung 1900 auf einen vorbestimmten Pegel befüllt worden ist, wird ein Stopfen 2050, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen 2045 ruht in bzw. wird aufgenommen in dem Verengungsdurchlaß 2040, um dadurch fluidmäßig den Fluiddurchlaß 1990 von dem Fluiddurchlaß 1995 zu isolieren.

Nach der Platzierung des Stopfens 2045 in dem Verengungsdurchlaß 2040 wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 1975 gepumpt, um die Druckkammer 2030 unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um Reibungskräfte zu minimieren.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 1900 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung 1900 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise eine Aufweitung der Einfassung 1970 bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2030 veranlaßt den oberen Dichtungskopf 1925, den äußere Dichtungsdorn 1925, den Aufweitungskonus 1945 dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen. Wenn der Aufweitungskonus 1945 sich in axialer Richtung bewegt, zieht der Aufweitungskonus 1945 die Dornstarteinrichtung 1950 und die Schleppblöcke 1965 mit sich, wodurch die mechanischen Gleitelemente 1960 eingestellt bzw. positioniert werden, und er stoppt die axiale Bewegung der Dornstarteinrichtung 1950 und der Einfassung 1970. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 1945 die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970 in radialer Richtung auf.

Sobald der obere Dichtungskopf 1925, der äußere Dichtungsdorn 1935 und der Aufweitungskonus 1945 ihren axialen Hub beenden, wird der Fluiddruck des zweiten Fluidmaterials verringert, und das Bohrgestänge 1905 wird angehoben. Dies veranlaßt den inneren Dichtungsdorn 1920, den unteren Dichtungskopf 1930, den Lastdorn 1940 und den mechanischen Gleitkörper 1955 dazu, sich aufwärts zu bewegen. Dadurch werden die mechanischen Gleitelemente 1960 abgerückt und diese können sich zusammen mit den Schleppblöcken 1965 aufwärts innerhalb der Dornstarteinrichtung der Einfassung 1970 bewegen. Wenn der untere Dichtungskopf 1930 den oberen Dichtungskopf 1925 kontaktiert, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt, und der radiale Aufweitungsprozeß dauert an. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970 durch wiederholte axiale Hübe des oberen

Dichtungskopfs 1925, des äußeren Dichtungsdorns 1935 und des Aufweitungskonus 1945 radial aufgeweitet. Durch den radialen Aufweitungsprozeß wird das obere Ende der Einfassung 1970 bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung gehalten.

Am Ende des radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende der Einfassung 1970 in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Einfassung 1970 bereitgestellt sind, eine Fluidichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Einfassung 1970 und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Einfassung 1970 und dem existierenden Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck zum Aktivieren der Dichtungselemente bereitzustellen, um einen optimalen Widerstand gegenüber der axialen Bewegung des aufgeweiteten Gehäuses 1970 bereitzustellen und um in optimaler Weise Spannungs- und Drucklasten zu tragen bzw. aufzunehmen.

Wenn sich der Aufweitungskonus 1945 dem Ende der Einfassung 1970 nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdurchsatz des zweiten Fluidmaterials verringert, um einen Stoß in bezug auf die Vorrichtung 1900 zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 1900 einen Stoßabsorber, um den Stoß zu absorbieren, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 1970 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruk des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 1945 sich dem Ende der Einfassung 1970 nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und eine verringerte Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 1945 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruk des zweiten Fluidmaterials während des Rückföhrhubs der Vorrichtung 1900 auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 1945 zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 1900 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Einrichtungslängen bereitzustellen, die durch eine typische Ölbohrerzeugungsanlage bearbeitet werden kann, während außerdem die Frequenz minimiert wird, mit welcher der Aufweitungskonus 1945 gestoppt werden muß, so daß die Vorrichtung 1900 für weitere Aufweitungsvorgänge erneut zum Hub veranlaßt werden kann.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs 1925 einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Dornstarteinrichtung 1950 und der Einfassung 1970 während des Betriebs der Vorrichtung 1900, um die Oberfläche der Einfassung 1970 zu vergrößern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform sind mechanische Gleit- bzw. Schlupfelemente in einer axialen Stelle zwischen der Dichtungsbuchse 1915 und dem inneren Dichtungsdorn 1920 angeordnet, um den Betrieb und die Montage der Vorrichtung 1900 zu vereinfachen.

Nach vollständiger radialer Aufweitung der Einfassung 1970 wird, falls möglich, das erste Fluidmaterial innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen der Außenseite der aufgeweiteten Einfassung 1970 und den Innenwänden der

Brunnenbohrung aushärten gelassen. In dem Fall, daß die aufgeweitete Einfassung 1970 geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial die aufgeweitete Einfassung bevorzugt und hüllt sie ein. Auf diese Weise wird ein neuer Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung innerhalb einer Brunnenbohrung gebildet. Alternativ kann die Vorrichtung 1900 verwendet werden, um einen ersten Abschnitt einer Rohrleitung mit einem existierenden Abschnitt einer Rohrleitung zu verbinden. Alternativ kann die Vorrichtung 1900 verwendet werden, um das Innere der Brunnenbohrung direkt mit einer Einfassung auszukleiden, ohne Einsatz einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung 1900 eingesetzt werden, um ein rohrförmiges Trag- bzw. Stützelement in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung 1900 begrenzt auf die Fluiddurchlässe 1975, 1980, 1985 und 1990 und die Druckkammer 2030. Keinerlei Fluiddruck wirkt dadurch direkt auf die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, denen die Dornstarteinrichtung 1950 und die Einfassung 1970 normalerweise widerstehen können.

Unter bezug auf Fig. 16 wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 2100 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung 2100 umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr 2105, einen Innengestängeadapter 2110, eine Dichtungsbuchse 2115, einen inneren Dichtungsdorn 2120, Gleit- bzw. Schlupfelemente 2125, einen oberen Dichtungskopf 2130, einen unteren Dichtungskopf 2135, einen äußeren Dichtungsdorn 2140, einen Lastdorn 2145, einen Aufweitungskonus 2150 und eine Einfassung 2155.

Das Bohrrohr 2105 ist mit dem Innengestängeadapter 2110 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2100 trägt das Bohrrohr 2105 die Vorrichtung 2100. Das Bohrrohr 2105 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr 2105 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder einem anderen ähnlichen hochfesten Material. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2105 hergestellt aus einem Spiralrohr, um die Platzierung der Vorrichtung 1900 in nicht vertikalen Bohrlöchern zu erleichtern. Das Bohrrohr 2105 kann mit dem Innengestängeadapter 2110 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrröhrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, eine Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2105 mit dem Innengestängeadapter 2110 durch eine Bohrröhrverbindung verbunden.

Das Bohrrohr 2105 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2160, der dazu ausgelegt ist, flüssige Materialien bzw. Fluidmaterialien von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 2165 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2160 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 2110 ist mit dem Bohrgestänge 2105 und der Dichtungsbuchse 2115 verbunden. Der Innen-

gestängeadapter 2110 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter 2110 ist hergestellt aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderer ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2110 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, niedrige Reibung und Beständigkeit gegenüber Korrosion und Verschleiß bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 2110 kann mit dem Bohrgestänge 2105 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrröhrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2110 mit dem Bohrröhr 2105 durch eine Bohrröhrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter 2110 kann mit der Dichtungsbuchse 2115 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrröhrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, eine Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2110 mit der Dichtungsbuchse 2115 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter 2110 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2165, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien bzw. flüssige Materialien ausgehend von dem Fluiddurchlaß 2160 in den Fluiddurchlaß 2170 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2165 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlämme oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 2115 ist mit dem Innengestängeadapter 2110 und dem inneren Dichtungsdorn 2120 verbunden. Die Dichtungsbuchse 2115 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 2115 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2115 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Oberflächen mit niedriger Reibung und Beständigkeit gegenüber Korrosion, Verschleiß, Galling und Pitting bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse 2115 kann mit dem Innengestängeadapter 2110 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise durch eine Standardschraubverbindung, durch spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2115 mit dem Innengestängeadapter 2110 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 2115 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmli-

chen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Standardschraubverbindung, spezielle Schraubverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2115 mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 2115 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2170, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2165 in den Fluiddurchlaß 2175 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2170 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der innere Dichtungsdorn 2120 ist mit der Dichtungsbuchse 2115, Gleit- bzw. Schlupfelementen 2115 und dem unteren Dichtungskopf 2135 verbunden. Der innere Dichtungsdorn 2120 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn 2120 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2120 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Oberflächen mit niedriger Reibung und Beständigkeit gegenüber Korrosion und Verschleiß bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn 2120 kann unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrlochverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2120 mit der Dichtungsbuchse 2115 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Standardschraubverbindung erbringt hohe Festigkeit und erlaubt ein problemloses Ersetzen von Bauteilen. Der innere Dichtungsdorn 2120 kann mit den Gleit- bzw. Schlupfstücken 2125 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Verbindungen verbunden sein, wie beispielsweise durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Kleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2120 mit den Gleitstücken 2125 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn 2120 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2125 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2120 mit dem unteren Dichtungskopf 2135 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdorn 2120 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2175, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2170 in den Fluiddurchlaß 2180 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2175 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie



beispielsweise Zement, Epoxidharz, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleit- bzw. Schlupfelemente 2125 sind mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2120 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2100 halten die Gleitelemente 2125 die Einfassung 2155 in im wesentlichen stationärer Position während der radialen Aufweitung der Einfassung 2155. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Gleitelemente 2125 aktiviert unter Verwendung der Fluiddurchlässe 2155, um unter Druck gesetztes Fluidmaterial in die Gleitelemente 2125 zu fördern.

Die Gleitelemente 2125 können eine beliebige Anzahl von kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise RITS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Hydraulikgleitelemente oder rückgewinnbare Brückenstopfen-Hydraulikgleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente 2125 RITS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Hydraulikgleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise eine Beständigkeit bzw. einen Widerstand gegenüber axialer Bewegung der Einfassung 2155 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente einen Fluiddurchlaß 2190, eine Druckkammer 2195, eine Rückstellfeder 2200 und ein Gleitelement 2205.

Die Gleit- bzw. Schlupfelemente 2125 können mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Gleitelemente 2125 mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2120 durch eine Schraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise Austauschbarkeit von Teilen bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf 2130 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 und dem Aufweitungskonus 2150 verbunden sein. Der obere Dichtungskopf 2130 ist außerdem beweglich mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2120 und der Innenseite der Einfassung 2155 verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf 2130 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der inneren zylindrischen Fläche des oberen Dichtungskopfs 2130 und der äußeren Fläche des inneren Dichtungsdorns 2120 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Abstand zwischen der inneren zylindrischen Fläche des oberen Dichtungskopfs 2130 und der äußeren Fläche des inneren Dichtungsdorns 2120 von etwa 0,05 bis 0,10 Inch, um in optimaler Weise eine Druckdichtung bereitzustellen. Der radiale Abstand bzw. Freiraum zwischen der äußeren zylindrischen Fläche und des oberen Dichtungskopfs 2130 und der inneren Fläche der Einfassung 2155 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der äußeren zylindrischen Fläche des oberen Dichtungskopfs 2130 und der Innenseite der Einfassung 2155 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2130 während seiner axialen Bewegung bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf 2130 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenflächen bzw. -seiten. Der obere Dichtungskopf 2130 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Ge-

mäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 2130 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2130 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2210 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2130 und dem inneren Dichtungsdorn 2120. Die Dichtungselemente 2210 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen, Metallfeder-angetriebene bzw. -vorgespannte Dichtungen und dergleichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2210 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf 2130 eine Schulter 2215 zum Tragen bzw. Stützen des oberen Dichtungskopfs 2130 auf dem oberen Dichtungskopf 2135.

Der obere Dichtungskopf 2130 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlicher, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise durch eine Bohrohrverbindung, durch eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 2130 mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf 2130 und dem äußeren Dichtungsdorn 2140 ein oder mehr Dichtungselemente 2220 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2130 und dem äußeren Dichtungsdorn 2140. Die Dichtungselemente 2220 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen, Metallfeder-angetriebene bzw. -vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2220 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2135 ist mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 und dem Lastdorn 2145 verbunden. Der untere Dichtungskopf 2135 ist ebenfalls beweglich mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 verbunden. Auf diese Weise führen der obere Dichtungskopf 2130, der äußere Dichtungsdorn 2140 und der Aufweitungskonus 2150 eine hin- und herlaufende Bewegung in axialer Richtung durch. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 reicht beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 von etwa 0,0025 bis 0,05, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bzw. Zwischenraum bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2135 kann bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenflächen bzw. -seiten umfassen. Der untere Dichtungskopf 2135 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular



Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtkopf 2135 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2225 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2135 und dem äußeren Dichtungsdorn 2140. Die Dichtungselemente 2225 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2225 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2135 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2135 jedoch mit dem inneren Dichtungsdorn 2120 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Verbindung zwischen dem unteren Dichtungskopf 2135 und dem inneren Dichtungsdorn 2120 ein oder mehrere Dichtungselemente 2230 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopfs 2135 und dem inneren Dichtungsdorn 2120. Die Dichtungselemente 2230 umfassen eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2230 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2135 kann mit dem Lastdorn 2145 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtkopf 2135 mit dem Lastdorn 2145 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf 2135 und dem Lastdorn 2145 ein oder mehrere Dichtungselemente 2235, um die Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 1930 und dem Lastdorn 2145 fluidmäßig abzudichten. Die Dichtungselemente 2235 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2235 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf 2135 einen Verengungsdurchlaß

2240, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe 2175 und 2180 geschaltet und mit diesen verbunden ist. Der Verengungsdurchlaß 2240 hat bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 2245 oder eine ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit diesen bzw. dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 2175 fluidmäßig von dem Fluiddurchlaß 2180 isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer 2250 unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn 2140 ist mit dem oberen Dichtungskopf 2130 und dem Aufweitungskonus 2150 verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 2140 ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Einfassung 2155 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2130, der äußere Dichtungsdorn 2140 und der Aufweitungskonus 2150 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 und der Innenseite der Einfassung 2155 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 und der Innenseite der Einfassung 2155 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2130 während des Aufweitprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,125 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2140 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2135 von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 2140 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten bzw. -flächen. Der äußere Dichtungsdorn 2140 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der äußere Dichtungsdorn 2140 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit sowie Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 2140 kann mit dem oberen Dichtungskopf 2130 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2140 verbunden mit dem oberen Dichtungskopf 2130 durch eine Standardschraubverbindung. Der äußere Dichtungsdorn 2140 kann mit dem Aufweitungskonus 2150 verbunden sein unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen, wie beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2140 mit dem Aufweitungskonus 2150 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf 2130, der untere Dichtungskopf

2135, der innere Dichtungsdorn 2120 und der äußere Dichtungsdorn 2140 legen eine Druckkammer 2250 fest. Die Druckkammer 2250 ist fluidmäßig mit dem Durchlaß 2175 über einen oder mehrere Durchlässe 2255 erbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2100 steht der Stopfen 2245 im Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß 2240, um den Fluiddurchlaß 2175 von dem Fluiddurchlaß 2180 fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer 2250 wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der obere Dichtungskopf 2130, der äußere Dichtungsdorn 2140 und der Aufweitungskonus 2150 veranlaßt werden, in axialer Richtung hin- und herzulaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2150 ihrerseits weitet die Einfassung 2155 in radialer Richtung auf.

Der Lastdorn 2145 ist mit dem unteren Dichtungskopf 2135 verbunden. Der Lastdorn 2145 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten bzw. -flächen. Der Lastdorn 2145 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2145 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Lagerflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn 2145 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2135 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2145 lösbar mit dem unteren Dichtungskopf 2135 verbunden durch eine Standardschraubverbindung, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und ein problemloses Ersetzen des Lastdorns 2145 zu ermöglichen.

Der Lastdorn 2145 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2180, der dazu ausgelegt ist, flüssige Materialien bzw. Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2180 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2100 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2180 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 2150 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 verbunden. Der Aufweitungskonus 2150 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 2155 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2130, der äußere Dichtungsdorn 2140 und der Aufweitungskonus 2150 in axialer Richtung hin und her. Die Hin- und Herbewegung des Aufweitungskonus 2150 veranlaßt die Einfassung 2155, sich in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 2150 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einer im wesentlichen zylindrischen Innenseite bzw. -fläche und einer im wesentlichen konischen Außenseite bzw. -fläche. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Konus- bzw. Kegelabmessungen bereitzustellen, die für typische Einfassungen optimal sind. Die axiale Länge des Aufweitungskonus 2150

kann beispielsweise von etwa den 2- bis 6-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 2150 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus 2150 von etwa dem 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrierung des Aufweitungskonus 2150 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der maximale Außendurchmesser des Aufweitungskonus 2150 zwischen etwa 90 bis 100% des Innendurchmessers der existierenden Brunnenbohrung, mit welcher die Einfassung 2155 vereinigt werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2150 von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen. Der optimale Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2150 variiert als Funktion der speziellen Betriebsbedingungen des Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus 2150 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2150 hergestellt aus D2-Maschinenwerkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus 2150 eine Härte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise Verschleißbeständigkeit bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 2150 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2150 mit dem äußeren Dichtungsdorn 2140 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen und es dem Aufweitungskonus 2150 zu erlauben, problemlos ersetzt zu werden.

Die Einfassung 2155 ist mit den Gleit- bzw. Schlupfelementen 2125 und dem Aufweitungskonus 2150 lösbar verbunden. Die Einfassung 2155 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 2155 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder einem anderen ähnlich hochfesten Material. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 2155 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende 2260 der Einfassung 215 einen dünnwandigen Abschnitt 2265 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 2270. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 2265 etwa 50 bis 100% der üblichen bzw. regelmäßigen Wanddicke der Einfassung 2155. Auf diese Weise kann das obere Ende 2260 der Einfassung 2155 problemlos aufgeweitet und verformt werden in innigen Kontakt mit dem unteren Ende

eines existierenden Abschnitts einer Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Einfassungsabschnitts außerdem einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt das radiale Aufweiten des dünnwandigen Abschnitts 2265 der Einfassung 2155 in einen dünnwandigen Abschnitt der existierenden Brunnenbohrungseinfassung zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement 2270 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien, wie beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement 2270 hergestellt aus StrataLock-Epoxidharz, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit bzw. Komprimierbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2270 reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 2155 vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt nach dem Aufweiten das ringförmige Dichtungselement 2270 bevorzugt eine Fluidichtung bereit und bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenseite des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung während der radialen Aufweitung der Einfassung 2155, um die Einfassung 2155 abzustützen bzw. zu tragen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende 2275 der Einfassung 2155 einen dünnwandigen Abschnitt 2280 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 2285. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 2280 etwa 50 bis 100% der regulären Wanddicke der Einfassung 2155. Auf diese Weise kann das untere Ende 2275 der Einfassung 2155 problemlos aufgeweitet und verformt werden. Auf diese Weise kann ein weiterer Abschnitt der Einfassung problemlos mit dem unteren Ende 2275 der Einfassung 2155 während eines radialen Aufweitungsprozesses vereinigt bzw. verbunden werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des weiteren Abschnitts der Einfassung einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt das radiale Aufweiten des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der weiteren Einfassung in den dünnwandigen Abschnitt 2280 des unteren Endes der Einfassung 2155 zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen kontaktem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement 2285 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien, wie beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement 2285 hergestellt aus StrataLock-Epoxid(harz), um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit bzw. Komprimierbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2285 reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 2155 vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt das ringförmige Dichtungselement 2285 bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwand der Brunnenbohrung während der radialen Aufweitung der Einfassung 2155, um die Einfassung 2155 zu tragen bzw. zu stützen.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung 2100 bevorzugt in einer Brunnenbohrung so positioniert, daß das obere Ende 2260 der Einfassung 2150 in überlappender Beziehung

mit dem unteren Ende der existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert ist. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der dünnwandige Abschnitt 2265 der Einfassung 2155 in gegenüberliegender überlappender Beziehung mit dem dünnen Wandabschnitt und dem äußeren ringförmigen Dichtungselement des unteren Endes des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung positioniert. Auf diese Weise drückt die radiale Aufweitung der Einfassung 2155 die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes 2260 der Einfassung 2155 und das untere Ende der existierenden Brunnenbohrungseinfassung in innigem Kontakt miteinander zusammen. Während des Positionierens der Vorrichtung 2100 in der Brunnenbohrung ist die Einfassung 2155 abgestützt durch den Aufweitungskonus 2150.

Nach dem Positionieren der Vorrichtung 2100 wird daraufhin ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2160 gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxid(harz) oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement oder Epoxidharz, um in optimaler Weise einen haushärtbaren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 2155 herum bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß 2160 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2160 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.000 psi bzw. 0 bis 12.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßigen Wirkungsgrad bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial, welches in den Fluiddurchlaß 2160 gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe 2165, 2170, 2175, 2180 und verläßt daraufhin die Vorrichtung 2100 nach außen. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 2100 und den Innenwänden der Brunnenbohrung.

Der Stopfen 2245 wird daraufhin in den Fluiddurchlaß 2160 eingeführt. Der Stopfen 2245 findet Aufnahme im Verengungsdurchlaß 2240 und isoliert fluidmäßig und versperrt den Fluiddurchlaß 2175. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Volumina eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials daraufhin in den Fluiddurchlaß 2160 gepumpt, um jegliches aushärtbare Fluidmaterial zu entfernen, welches darin enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keine der Fluiddurchlässe blockiert bzw. versperrt ist.

Ein zweites Fluidmaterial wird daraufhin in den Fluiddurchlaß 2160 gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Bohrgase oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht aushärtbares Fluidmaterial, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um in optimaler Weise das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2250 bereitzustellen und Reibungskräfte zu minimieren.

Das zweite Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß 2160 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.000 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2160 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gal-

lonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßigen Wirkungsgrad bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial, welches in den Fluiddurchläß 2160 gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe 2165, 2170 und 2175 in die Druckkammern 2175 der Gleitelemente 2125 und in die Druckkammer 2250. Fortgesetztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials setzt die Druckkammern 2195 und 2250 unter Druck.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern 2175 veranlaßt die Gleitelemente 2205 dazu, in radialer Richtung aufzuweichen und die Innenseite der Einfassung 2155 zu ergreifen. Die Einfassung 2155 wird daraufhin bevorzugt in im wesentlichen stationärer Position gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2250 veranlaßt den oberen Dichtungskopf 2130, den äußeren Dichtungsdorn 2140 und den Aufweitungskonus 2150, sich in axialer Richtung relativ zu der Einfassung 2155 zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus 2150 die Einfassung 2155 dazu, sich in radialer Richtung aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Einfassung 2155 daran gehindert, sich in Aufwärtsrichtung zu bewegen, und zwar durch die Gleitelemente 2125. Eine (bestimmte) Länge der Einfassung 2155 wird daraufhin in der radialen Richtung durch das unter Druck setzen der Druckkammer 2250 aufgeweitet. Die Länge der Einfassung 2155, die während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, ist proportional zu der Hublänge des oberen Dichtungskopfs 2130, des äußeren Dichtungsdorns 2140 und des Aufweitungskonus 2150.

Mit Beendigung des Hubs wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und der obere Dichtungskopf 2130, der äußere Dichtungsdorn 2140 und der Aufweitungskonus 2150 fallen in ihre Ruhepositionen mit der Einfassung 2155 getragen durch den Aufweitungskonus 2150 herunter. Die Position des Bohrrohrs 2105 wird bevorzugt durch den radialen Aufweitungsprozeß eingestellt, um die überlappende Beziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung und dem oberen Ende der Einfassung 2155 aufrechtzuerhalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Hubvorgang für den Aufweitungskonus 2150 daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt 2265 des oberen Endes 2260 der Einfassung 2155 in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Brunnenbohrungseinfassung gebildet, die zwei benachbarte Einfassungsabschnitte umfaßt, die im wesentlichen konstanten Innendurchmesser aufweisen. Dieser Prozeß wird daraufhin für die gesamte Brunnenbohrung wiederholt, um eine Brunnenbohrungseinfassung bereitzustellen, die mehrere tausend Fuß lang sein kann und im wesentlichen konstanten Innendurchmesser besitzt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während der letzten Hubbewegung des Aufweitungskonus 2150 die Gleitelemente 2125 so nahe wie möglich an den dünnwandigen Abschnitt 2265 des oberen Endes der Einfassung 2155 positioniert, um ein Verrutschen zwischen der Einfassung 2155 und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich ist der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2270 gewählt, um eine ausreichenden Eingriffsitz bzw. Grenzflächensitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Einfassung 2155 während der letzten Hubbewegung zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich ist der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2285 gewählt, um einen Grenzflächen- bzw. Eingriffsitz mit den Innenwan-

dungen der Brunnenbohrung zu einem früheren Zeitpunkt im radialen Aufweitungsprozeß bereitzustellen, um eine weitere axiale Verschiebung der Einfassung 2155 zu verhindern. Gemäß dieser zuletzt genannten Alternative ist der Grenzflächensitz bevorzugt gewählt, um ein Aufweiten der Einfassung 2155 durch Ziehen des Aufweitungskonus 2150 aus der Brunnenbohrung zu erlauben, ohne daß die Druckkammer 2250 unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung 2100 begrenzt auf die Fluiddurchlässe 2160, 2165, 2170 und 2175, die Druckkammern 2195 innerhalb der Gleitelemente 2125, und die Druckkammer 2250. Keinerlei Fluiddruck wirkt direkt auf die Einfassung 2155 ein. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken höher als diejenigen, denen die Einfassung 2155 normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald die Einfassung 2155 vollständig von dem Aufweitungskonus 2150 weggepreßt ist, werden die zurückgebliebenen Abschnitte der Vorrichtung 2100 aus der Brunnenbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen des unteren Endes der existierenden Einfassung und des oberen Endes 2260 der Einfassung 2155 von etwa 500 bis 40.000 psi, um in optimaler Weise die Einfassung 2155 unter Verwendung der existierenden Brunnenbohrungseinfassung zu tragen bzw. abzustützen.

Auf diese Weise wird die Einfassung 2155 in Kontakt mit einem existierenden Abschnitt einer Einfassung radial aufgeweitet, indem die internen Fluiddurchlässe 2160, 2165, 2170 und 2175 und die Druckkammer 2250 der Vorrichtung 2100 unter Druck gesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird, falls erforderlich, der ringförmige Körper des aushärtbaren Fluidmaterials daraufhin aushärten gelassen, um einen starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 2155 auszubilden. In dem Fall, daß die Einfassung 2155 geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die Aufweitung der Einfassung 2155 und umgibt bzw. umschließt diese. Der resultierende neue Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung umfaßt die aufgeweitete Einfassung 2145 und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappingsverbindung zwischen der bereits existierenden Brunnenbohrungseinfassung und der aufgeweiteten Einfassung 2155 umfaßt die verformten dünnen Wandabschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Brunnenbohrungseinfassungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß des Aufweitens überlappender rohrförmiger Elemente mit dünnwandigen Endabschnitten mit zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt kann für die gesamte Länge einer Brunnenbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus 2150 sich dem oberen Ende der Einfassung 2155 nähert, wird der Betriebsdurchsatz des zweiten Fluidmaterials gemäß einer bevorzugten Ausführungsform verringert, um den Stoß auf bzw. gegen die Vorrichtung 2100 zu verringern. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 2100 einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stoßes, der durch Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2155 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck für das zweite Fluidmaterial von

etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 2130 sich dem Ende der Einfassung 2155 nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 2130 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückföhrhubs der Vorrichtung 2100 auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 2130 während des Rückföhrhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 2100 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Anlagenlängen bereitzustellen, die mit herkömmlichen Ölbohrungsgerätschaften gehandhabt werden kann, während außerdem die Frequenz minimiert wird, mit welcher der Aufweitungskonus 2130 gestoppt werden muß, so daß die Vorrichtung 2100 einen erneuten Hub auszuführen vermag.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs 2130 einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweitung der Einfassung 2155 während des Betriebs der Vorrichtung 2100, um die Oberfläche der Einfassung 2155 zu vergrößern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Alternativ kann die Vorrichtung 2100 verwendet werden, um einen ersten Abschnitt einer Rohrleitung mit einem existierenden Abschnitt einer Rohrleitung zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung 2100 verwendet werden, um das Innere der Brunnenbohrung mit einer Auskleidung direkt auszukleiden ohne Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung 2100 verwendet werden, um ein rohrförmiges Trag- bzw. Stützelement in einem Loch bzw. einer Bohrung aufzuweiten.

Unter bezug auf Fig. 17, 17a und 17b wird nunmehr eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 2300 zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Die Vorrichtung 2300 umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr 2305, einen Innengestängeadapter 2310, eine Dichtungsbuchse 2315, einen hydraulischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2320, hydraulische Gleit- bzw. Schlupfelemente 2325, einen inneren Dichtungsdorn 2330, einen oberen Dichtungskopf 2335, einen unteren Dichtungskopf 2340, einen Lastdorn 2345, einen äußeren Dichtungsdorn 2350, einen Aufweitungskonus 2355, einen mechanischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2360, mechanische Gleit- bzw. Schlupfelemente 2365, Schleppblöcke 2370, eine Einfassung bzw. einen Einfassungsring 2375, Fluiddurchlässe 2380, 2385, 2390, 2395, 2400, 2405, 2410, 2415 und 2485 und eine Dornstart- bzw. -einföhrreinigung 2480.

Das Bohrrohr 2305 kann mit dem Innengestängeadapter 2310 verbunden ein. Während des Betriebs der Vorrichtung 2300 trägt das Bohrrohr 2305 die Vorrichtung 2300. Das Bohrrohr 2305 umfaßt bevorzugt ein hohles ringförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr 2305 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2305 hergestellt aus einem Spiralrohr, um das Plazieren der Vorrichtung 2300 in nicht vertikalen Bohrlöchern zu erleichtern. Das Bohrrohr 2305 kann mit dem Innengestängeadapter 2310 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer

speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2305 mit dem Innengestängeadapter 2310 durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden.

Das Bohrrohr 2305 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2380, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 2385 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2380 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Wasser, Epoxid(harz), Bohrschlämme oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 5.000 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßigen Wirkungsgrad bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 2310 ist mit dem Bohrgestänge 2305 und der Dichtungsbuchse 2315 verbunden. Der Innengestängeadapter 2310 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter 2310 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2310 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 2310 kann mit dem Bohrgestänge 2305 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2310 mit dem Bohrrohr 2305 durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter 2310 kann mit der Dichtungsbuchse 2315 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2310 mit der Dichtungsbuchse 2315 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter 2310 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2385, der dazu ausgelegt ist, flüssige Materialien bzw. Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2380 in den Fluiddurchlaß 2390 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2385 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 2315 ist mit dem Innengestängeadapter 2310 und dem hydraulischen Gleitkörper 2320 verbunden. Die Dichtungsbuchse 2315 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 2315 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungs-

form ist die Dichtungsbuchse 2315 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse 2315 kann mit dem Innengestängeadapter 2310 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise Bohrohrverbindungen, speziellen Schraubverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2315 mit dem Innengestängeadapter 2310 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 2315 kann mit dem hydraulischen Gleitkörper 2320 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2315 mit dem hydraulischen Gleitkörper 2320 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 2315 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2390, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2385 in den Fluiddurchlaß 2395 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2390 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper 2320 ist mit der Dichtungsbuchse 2315, den hydraulischen Gleitelementen 2325 und dem inneren Dichtungsdorn 2330 verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2320 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der hydraulische Gleitkörper 2320 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder einem anderen hochfesten Material. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2320 hergestellt aus Kohlenstoffstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bei niedrigen Kosten bereitzustellen.

Der hydraulische Gleitkörper 2320 kann mit der Dichtungsbuchse 2315 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2320 mit der Dichtungsbuchse 2315 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2320 kann mit den Gleitelementen 2325 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2320 mit den Gleitelementen 2325 durch eine Standardschraubverbindung verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2320 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 2330 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von her-

kömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2320 mit dem inneren Dichtungsdorn 2330 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die hydraulischen Gleitkörper 2320 umfassen bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2395, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2390 in den Fluiddurchlaß 2405 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2395 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper 2320 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2400, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2395 in die Druckkammern 2420 der hydraulischen Gleitelemente 2325 zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente 2325 bei Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses 2395 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 2375 aktiviert bzw. betätigt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe 2400 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleitelemente 2325 sind mit der Außenseite des hydraulischen Gleitkörpers 2320 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2300 werden die Gleitelemente 2325 bei Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses 2395 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 2395 aktiviert bzw. betätigt. Auf diese Weise halten die Gleitelemente 2325 die Einfassung 2375 in einer im wesentlichen stationären Position.

Die Gleitelemente 2325 umfassen bevorzugt die Fluiddurchlässe 2400, die Druckkammern 2420, eine Vorspannfeder 2425 und Gleitelemente 2430. Die Gleitelemente 2325 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder hydraulische Gleitelemente mit rückgewinnbarem Brückenstopfen vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente 2325 hydraulische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise der axialen Bewegung der Einfassung 2375 während des radialen Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen.

Ein innerer Dichtungsdorn 2330 ist mit dem hydraulischen Gleitkörper 2320 und dem unteren Dichtungskopf 2340 verbunden. Der innere Dichtungsdorn 2330 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdorn 2330 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2330 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdorn 2330 kann mit dem hydraulischen Gleitkörper 2320 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen me-



chanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben, oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2330 mit dem hydraulischen Gleitkörper 2320 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdorn 2330 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2340 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise mit einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdorn 2330 mit dem unteren Dichtungskopf 2340 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdorn 2330 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2405, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2395 in den Fluiddurchlaß 2415 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2405 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf 2335 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 2345 und dem Aufweitungskonus 2355 verbunden. Der obere Dichtungskopf 2335 ist außerdem mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorn 2330 und der Innenseite der Einfassung 2375 beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf 2335 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2335 und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2330 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der inneren zylindrischen Oberfläche des oberen Dichtungskopfs 2335 und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2330 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs 2335 und der Innenseite der Einfassung 2375 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs 2335 und der Innenseite der Einfassung 2375 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2355 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf 2335 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der obere Dichtungskopf 2335 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der obere Dichtungskopf 2335 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2335 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2435 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2335 und dem inneren

Dichtungsdorn 2330. Die Dichtungselemente 2435 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen bzw. vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2435 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf 2335 eine Schulter 2440 zum Tragen des oberen Dichtungskopfs auf dem unteren Dichtungskopf 1930.

Der obere Dichtungskopf 2335 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2350 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 2335 mit dem äußeren Dichtungsdorn 2350 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf 2335 und dem äußeren Dichtungsdorn 2350 ein oder mehrere Dichtungselemente 2445 zum fluidmäßige Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2335 und dem äußeren Dichtungsdorn 2350. Die Dichtungselemente 2445 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-angetriebene Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2445 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise Abdichtung für lange axiale Hubbewegungen bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2340 ist mit dem inneren Dichtungsdorn 2330 und dem Lastdorn 2345 verbunden. Der untere Dichtungskopf 2340 ist außerdem mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2335 und der äußere Dichtungsdorn 2350 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2340 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenflächen bzw. -seiten. Der untere Dichtungskopf 2340 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Ölfeld-Rohrteilen, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2340 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2450 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem äußeren Dichtungsdorn 2350. Die Dichtungs-



elemente 2450 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2450 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2340 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 2330 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrröhre-Verbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2340 mit dem inneren Dichtungsdorn durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Verbindung bzw. Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem inneren Dichtungsdorn 2330 ein oder mehrere Dichtungselemente 2455 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem inneren Dichtungsdorn 2330. Die Dichtungselemente 2455 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte bzw. -vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2455 Polypak-Dichtungen, erhältliche von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hublänge bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2340 kann mit dem Lastdorn 2345 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrröhre-Verbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2340 mit dem Lastdorn 2345 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Verbindung zwischen dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem Lastdorn 2345 ein oder mehr Dichtungselemente 2460 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem Lastdorn 2345. Die Dichtungselemente 2460 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte bzw. durch Metallfeder vorgespannte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2460 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für eine lange axiale Hublänge bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf 2340 einen Verengungsdurchlaß 2465, der zwischen die Fluiddurchlässe 2405 und 2415 geschaltet und fluidmäßig mit diesen verbunden ist. Der Verengungsdurchlaß 2465 besitzt bevorzugt eine verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 2470 aufzunehmen und mit diesem in Eingriff zu gelangen, oder mit einer anderen ähnlichen Einrichtung. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 2405 von dem Fluiddurchlaß 2415 fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer 2475 unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn 2350 ist mit dem oberen Dichtungskopf 2335 und dem Aufweitungskonus 2355 verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 2350 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 2375 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2335, der äußere Dichtungsdorn 2350 und der Aufweitungskonus 2355 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 und der Innenseite der Einfassung 2375 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 und der Innenseite der Einfassung 2375 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise für den Aufweitungskonus 2355 während des Aufweitungsprozesses Stabilisierung bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2350 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2340 von etwa 0,005 bis 0,010 Inch, um in optimaler Weise minimalen Freiraum bereitzustellen.

Bevorzugt umfaßt der äußere Dichtungsdorn 2350 ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn 2350 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2350 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 2350 kann mit dem oberen Dichtungskopf 2335 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise Bohrröhreverbindungen, speziellen Schraubverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2350 mit dem oberen Dichtungskopf 2335 durch eine Standardschraubverbindung verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 2350 kann mit dem Aufweitungskonus 2355 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrröhre-Verbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2350 mit dem Aufweitungskonus 2355 durch eine Standardschraubverbindung verbunden.

Der obere Dichtungskopf 2335, der untere Dichtungskopf 2340, der innere Dichtungsdorn 2330 und der äußere Dichtungsdorn 2350 legen gemeinsam eine Druckkammer 2475 fest. Die Druckkammer 2475 ist mit dem Durchlaß 2405 über einen oder mehrere Durchlässe 2410 fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2300 gelangt der Stopfen 2470 in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß 2465, um den Fluiddurchlaß 2415 von dem Fluiddurchlaß 2405 fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammer 2475 wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der obere Dichtungskopf 2335, der äußere Dichtungsdorn 2350 und

der Aufweitungskonus 2355 veranlaßt werden, in axialer Richtung hin- und herzulaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2355 führt zur Aufweitung der Einfassung 2375 in radialer Richtung.

Der Lastdorn 2345 ist mit dem unteren Dichtungskopf 2340 und dem mechanischen Gleitkörper 2360 verbunden. Der Lastdorn 2345 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außen-seiten bzw. -flächen. Der Lastdorn 2345 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2345 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn 2345 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2340 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, amorphes Verbinden oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2345 mit dem unteren Dichtungskopf 2340 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn 2345 kann mit dem mechanischen Gleitkörper 2360 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verlöten oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2345 lösbar verbunden mit dem mechanischen Gleitkörper 2360 durch eine Standardschraubverbindung.

Der Lastdorn 2345 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2415, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2405 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2300 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2415 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 2355 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 2350 verbunden. Der Aufweitungskonus 2355 ist außerdem zur Innenseite der Einfassung 2375 beweglich. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2335, der äußere Dichtungsdorn 2350 und der Aufweitungskonus 2355 in axialer Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus 2355 veranlaßt die Einfassung 2375 dazu, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 2355 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit einer im wesentlichen zylindrischen Innenfläche bzw. -seite und einer im wesentlichen konischen Außenfläche bzw. -seite. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise ein radiales Aufweiten typischer Einfassungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus 2355 kann beispielsweise vom etwa 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 2355 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus 2355 vom etwa 3- bis 5-fachen des größten Außen-

durchmessers des Aufweitungskonus 2355, um in optimaler Weise Stabilität und Zentrieren für den Aufweitungskonus 2355 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2355 von etwa 5 bis 30°, um optional Reibungskräfte mit radialen Aufweitungskräften bereitzustellen. Der optimale Angriffswinkel für den Aufweitungskonus 2355 variiert als Funktion der Betriebsparameter des speziellen Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus 2355 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik, oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2355 hergestellt aus D2-Maschinenwerkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Abriebbeständigkeit und Gallingbeständigkeit bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus 2355 eine Härte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um optimaler Weise hohe Festigkeit, Abriebbeständigkeit und Gallingbeständigkeit bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 2355 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2350 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2355 verbunden mit dem äußeren Abdichtungsdorn 2350 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung, um optimale hohe Festigkeit bereitzustellen und um ein problemloses Ersetzen des Aufweitungskonus 2355 zu ermöglichen.

Die Dornstarteinrichtung 2480 ist mit der Einfassung 2375 verbunden. Die Dornstarteinrichtung 2480 umfaßt einen rohrförmigen Einfassungsabschnitt mit verringerter Wanddicke im Vergleich zu der Einfassung 2375. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 2480 etwa 50 bis 100% der Wanddicke der Einfassung 2375. Auf diese Weise wird das Einleiten der radialen Aufweitung der Einfassung 2375 erleichtert, und das Platzieren der Vorrichtung 2300 in eine Brunnenbohrungseinfassung und eine Brunnenbohrung wird erleichtert.

Die Dornstarteinrichtung 2480 kann mit der Einfassung 2375 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Die Dornstarteinrichtung 2480 kann eine Wanddicke aufweisen, die beispielsweise von etwa 0,15 bis 1,5 Inch reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 2480 von etwa 0,25 bis 0,75 Inch, um in optimaler Weise hohe Festigkeit in einem minimalen Profil bereitzustellen. Die Dornstarteinrichtung 2480 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung 2480 hergestellt aus Oilfield Tubular Goods mit höherer Festigkeit als diejenige der Einfassung 2375, jedoch geringerer Wanddicke, als die Einfassung 2375, um in optimaler Weise einen dünnwandigen Behälter mit ungefähr derselben Berstfestigkeit wie diejenige der Einfassung 2375 bereitzustellen.

Der mechanische Gleit- bzw. Schlupfkörper 2460 ist mit dem Lastdorn 2345, den mechanischen Gleit- bzw. Schlupf-

elementen 2375 und den Schleppblöcken 2370 verbunden. Der mechanische Gleitkörper 2460 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß 2485, der mit dem Durchlaß 2415 fluidmäßig verbunden ist. Auf diese Weise können die Fluidmaterialien aus dem Durchlaß 2484 in einem bzw. zu einem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2300 gefördert werden.

Der mechanische Gleitkörper 2360 kann mit dem Lastdorn 2345 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2360 mit dem Lastdorn 2345 unter Verwendung von Gewinden und gleitfähigen Stahlrückhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Halterung bzw. Befestigung bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper 2360 kann mit den mechanischen Gleitelementen 2365 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2360 mit den mechanischen Gleitelementen 2365 unter Verwendung von Gewinden und gleitfähigen Stahlrückhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Halterung bzw. Befestigung bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper 2360 kann mit den Schleppblöcken 2370 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2360 mit den Schleppblöcken 2365 unter Verwendung von Gewinden und gleitfähigen Stahlrückhalteringen verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Halterung bzw. Verbindung bereitzustellen.

Die mechanischen Gleitelemente 2365 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 2360 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2300 verhindern die mechanischen Gleitelemente 2365 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 2375 und der Dornstarteinrichtung 2480. Auf diese Weise werden während des axialen Hin- und Herlaufens des Aufweitungskonus 2355, die Einfassung 2375 und die Dornstarteinrichtung 2480 in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375 in radialer Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2355 aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente 2365 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wicker-Gleitelemente oder obere mechanische rückgewinnbare Brückenstopfen-Wolframcarbid-Gleitelemente vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente 2365 mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einer axialen Bewegung der Einfassung 2375 während des Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen.

Die Schleppblöcke 2370 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 2360 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2300 verhindern die Schleppblöcke 2370 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 2375 und der Dornstarteinrichtung 2480. Während des axialen Hin- und Herlaufens des Aufweitungskonus 2355 werden die Einfassung 2375 und die Dornstarteinrichtung 2480 auf diese Weise in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375 in radialer Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2355 aufgeweitet.

Die Schleppblöcke 2370 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Schleppblöcke oder rückgewinnbare Brückenstopfen-Schleppblöcke vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke 2370 mechanische RTTS-Dichtungsstück-Schleppblöcke, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einer axialen Bewegung der Einfassung 2375 während des Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen.

Die Einfassung 2375 ist mit der Dornstarteinrichtung 2480 verbunden. Die Einfassung 2375 ist außerdem mit den mechanischen Gleitstücken 2365 und den Schleppblöcken 2370 lösbar verbunden. Die Einfassung 2375 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 2375 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Weichlegierungsstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 2375 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende der Einfassung 2375 ein oder mehrere Dichtungselemente, die um die Außenseite der Einfassung 2375 positioniert bzw. angeordnet sind.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung 2300 in einer Brunnenbohrung angeordnet, wobei das obere Ende der Einfassung 2375 in überlappender Beziehung in einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert ist. Um Stoßdrücke bzw. Druckstöße innerhalb des Bohrlochs während der Plazierung der Vorrichtung 2300 zu minimieren, ist der Fluiddurchlaß 2380 bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Plazierung der Vorrichtung 2300 in der Brunnenbohrung ist die Einfassung 2375 durch den Aufweitungskonus 2355 getragen bzw. gestützt.

Nach Positionierung der Vorrichtung 2300 innerhalb des Bohrlochs in überlappender Beziehung mit einem existierenden Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2380 ausgehend von einer Oberflächenstelle gepumpt. Das erste Fluidmaterial wird von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2380 zu den Fluiddurchlässen 2385, 2390, 2395, 2405, 2415 und 2485 gefördert. Das erste Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung 2300 und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 2300 und den Innenwänden des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Epoxid(harz), Bohrschlamm, Schlackengemisch, Zement oder Wasser. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie beispielsweise Schlackengemisch, Epoxid(harz) oder Zement. Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit einer äußeren ringförmigen Schicht aus einem aushärtbarem Material gebildet werden.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 2300 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung 2300 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute

reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt beim Einspritzen des ersten Fluidmaterials, wie beispielsweise nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung 2300 auf ein vorbestimmtes Niveau gefüllt wurde, wird ein Stopfen 2470, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen 2470 gelangt zum Sitz in dem Verengungsdurchlaß 2465 und isoliert dadurch den Fluiddurchlaß 2405 von dem Fluiddurchlaß 2415 fluidmäßig.

Nach Platzierung des Stopfens 2470 in dem Verengungsdurchlaß 2465 wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2380 gepumpt, um die Druckkammer 2475 unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht-aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 2300 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung 2300 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.000 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2475 veranlaßt den oberen Dichtungskopf 2335, den äußeren Dichtungsdorn 2350 und den Aufweitungskonus 2355, sich in axialer Richtung zu bewegen. Das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2475 veranlaßt die hydraulischen Gleitelemente 2375 ebenfalls dazu, sich in radialer Richtung aufzuweiten und die Einfassung 2375 in im wesentlichen stationärer Position zu halten. Wenn der Aufweitungskonus 2355 sich in der axialen Richtung bewegt, zieht der Aufweitungskonus 2355 außerdem die Dornstarteinrichtung 2480 und die Schleppblöcke 2370 mit, welche die mechanischen Gleitelemente 2375 einstellen, und die axiale Bewegung der Dornstarteinrichtung 2480 und der Einfassung 2375 wird dadurch gestoppt. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2355 die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375 auf.

Sobald der obere Dichtungskopf 2335, der äußere Dichtungsdorn 2350 und der Aufweitungskonus 2355 einen axialen Hub beenden, wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert. Die Verringerung des Betriebsdrucks des zweiten Fluidmaterials gibt die hydraulischen Gleitelemente 2325 frei. Das Bohrgestänge 2305 wird daraufhin angehoben. Dies veranlaßt den inneren Dichtungsdorn 2330, den unteren Dichtungskopf 2340, den Lastdorn 2345 und den mechanischen Gleitkörper 2360, sich aufwärts zu bewegen. Dadurch werden die mechanischen Gleitelemente 2365 gelöst und diese sowie die Schleppblöcke 2370 können in der Dornstarteinrichtung 2480 und der Einfassung 2375 bewegt werden. Wenn der untere Dichtungskopf 2340 den oberen Dichtungskopf 2335 kontaktiert, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt und der radiale Aufweitungsprozeß dauert an. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375 durch wiederholte axiale Hübe des oberen Dichtungskopfs 2335, des äußeren Dichtungsdorns 2350 und des Aufweitungskonus 2355 radial aufgeweitet. Durch den radialen Aufweitungsprozeß wird das obere Ende der Einfassung 2375 bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem ex-

stierenden Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung gehalten.

Am Ende des radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende der Einfassung 2375 in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Einfassung 2375 vorgesehen sind, eine Fluidichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Einfassung 2375 und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Einfassung 2375 und dem existierenden Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung von etwa 400 bis 10.000 psi, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck bereitzustellen, die Dichtungselemente zu aktivieren und typischen Spannungs- und Drucklastbedingungen zu widerstehen.

Wenn der Aufweitungskonus 2355 sich dem oberen Ende der Einfassung 2375 nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um den Stoß an bzw. auf die Vorrichtung 2300 zu verringern. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 2300 einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stosses, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2375 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 2355 sich dem Ende der Einfassung 2375 nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 2355 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückführungshubs der Vorrichtung 2300 auf den Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 2355 während des Rückführhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 2300 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, die durch eine typische Ölbohrergeräteeinrichtung gehandhabt werden kann, und um in optimaler Weise die Frequenz zu minimieren, mit welcher der Aufweitungskonus 2355 gestoppt werden muß, damit die Vorrichtung 2300 einen erneuten Hub ausführen kann.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs 2335 einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Dornstarteinrichtung 2480 und der Einfassung 2375 während des Betriebs der Vorrichtung 2300, um die Oberfläche der Einfassung 2375 zu vergrößern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform sind mechanische Gleitelemente 2365 an einer axialen Stelle zwischen der Dichtungsbuchse 2315 und dem inneren Dichtungsdorn 2330 angeordnet, um die Konstruktion und den Betrieb der Vorrichtung 2300 zu optimieren.

Bei Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2375 wird, falls erforderlich, das erste Fluidmaterial sich innerhalb des ringförmigen Bereichs zwischen der Außenseite der aufgeweiteten Einfassung 2375 und den Innenwandungen der Brunnenbohrung aushärten gelassen. Wenn in diesem Fall die Einfassung 2375 geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Einfassung 2375 und umgibt bzw. umschließt diese. Auf diese Weise ist ein neuer Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung innerhalb einer Brunnenbohrung gebildet. Alternativ

kann die Vorrichtung 2300 verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung 2300 verwendet werden, um das Innere einer Brunnenbohrung mit einer Einfassung direkt auszukleiden, und zwar ohne Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus einem aushärtbaren Material. Alternativ kann die Vorrichtung 2300 verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die Druckbereiche der Vorrichtung 2300 begrenzt auf die Fluiddurchlässe 2380, 2385, 2390, 2395, 2400, 2405 und 2410 und die Druckkammer 2475. Kein Fluidruck wirkt direkt auf die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375. Dies erlaubt den Einsatz von Betriebsdrücken, die höher sind als derjenige Druck, welchen die Dornstarteinrichtung 2480 und die Einfassung 2375 normalerweise zu widerstehen vermag.

Unter Bezug auf Fig. 18 wird nunmehr eine bevorzugte Ausführungsform einer Vorrichtung 2500 zur Ausbildung einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung 2500 umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr 2505, einen Innengestängeadapter 2510, eine Dichtungsbuchse 2515, einen hydraulischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2520, hydraulische Gleit- bzw. Schlupfelemente 2525, einen inneren Dichtungsdorn 2530, einen oberen Dichtungskopf 2535, einen unteren Dichtungskopf 2540, einen äußeren Dichtungsdorn 2545, einen Lastdorn 2550, einen Aufweitungskonus 2555, eine Einfassung 2560 und Fluiddurchlässe 2565, 2570, 2575, 2580, 2585, 2590, 2595 und 2600.

Das Bohrrohr 2505 ist mit dem Innengestängeadapter 2510 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2500 trägt das Bohrrohr 2505 die Vorrichtung 2500. Das Bohrrohr 2500 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr 2505 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2505 hergestellt aus einem Spiralrohr, um die Platzierung der Vorrichtung 2500 in nicht vertikalen Brunnenbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrohr 2505 kann mit dem Innengestängeadapter 2510 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2505 mit dem Innengestängeadapter 2510 durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden, die die Vorteile hoher Festigkeit und leichter Montage erbringt.

Das Bohrrohr 2505 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2565, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 2570 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2565 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 2510 ist mit dem Bohrgestänge 2505 und der Dichtungsbuchse 2515 verbunden. Der Innengestängeadapter 2510 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige

Elemente. Der Innengestängeadapter 2510 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlichen hochfesten oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2510 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 2510 kann mit dem Bohrgestänge 2505 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2510 mit dem Bohrrohr 2505 durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter 2510 kann mit der Dichtungsbuchse 2515 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2510 mit der Dichtungsbuchse 2515 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter 2510 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2570, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2565 in den Fluiddurchlaß 2575 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2570 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 2515 ist mit dem Innengestängeadapter 2510 und dem hydraulischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2520 verbunden. Die Dichtungsbuchse 2515 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 2515 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2515 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse 2515 kann mit dem Innengestängeadapter 2510 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise Bohrrohrverbindungen, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2515 mit dem Innengestängeadapter 2510 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 2510 kann mit dem Hydraulik-Gleitkörper 2520 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungs-

schraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2515 mit dem hydraulischen Gleitkörper 2520 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 2515 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2575, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2570 in den Fluiddurchlaß 2580 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2575 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper 2520 ist mit der Dichtungsbuchse 2515, den hydraulischen Gleitelementen 2525 und dem inneren Dichtungsdom 2530 verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2520 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element oder mehrere derartige Elemente. Der hydraulische Gleitkörper 2520 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2520 aus Kohlenstoffstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Der hydraulische Gleitkörper 2520 kann mit der Dichtungsbuchse 2515 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2520 mit der Dichtungsbuchse 2550 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2520 kann mit den Gleitelementen 2525 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Schraubverbindung oder durch Schweißen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2520 mit den Gleitelementen 2525 durch eine Schraubverbindung verbunden. Der hydraulische Gleitkörper 2520 kann mit dem inneren Dichtungsdom 2530 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der hydraulische Gleitkörper 2520 mit dem inneren Dichtungsdom 2530 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der hydraulische Gleitkörper 2520 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2580, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2575 in den Fluiddurchlaß 2590 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2580 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/minute reichen.

Der hydraulische Gleitkörper 2520 umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe 2585, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2580 in die Druck-

kammern der hydraulischen Gleitelemente 2525 zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente 2525 bei Unterdrucksetzung des Fluiddurchlasses 2580 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 2560 aktiviert bzw. betätigt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe 2585 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Gleitelemente 2525 sind mit der Außenseite des hydraulischen Gleitkörpers 2520 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2500 werden die Gleitelemente 2525 bei Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses 2580 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 2560 aktiviert bzw. betätigt. Auf diese Weise halten die Gleitelemente 2525 das Gehäuse 2560 in im wesentlichen stationärer Position.

Die Gleitelemente 2525 umfassen bevorzugt die Fluiddurchlässe 2585, die Druckkammern 2605, die Vorspannfeder 2610 und die Gleitelemente 2615. Die Gleitelemente 2525 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtungstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder hydraulische Gleitelemente mit rückgewinnbarem Brückenstopfen Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente 2525 hydraulische RTTS-Dichtungstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise einer axialen Bewegung der Einfassung 2560 während des Aufweitungsprozesses entgegenzuwirken.

Der innere Dichtungsdom 2530 ist mit dem hydraulischen Gleitkörper 2520 und dem unteren Dichtungskopf 2540 verbunden. Der innere Dichtungsdom 2530 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der innere Dichtungsdom 2530 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdom 2530 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der innere Dichtungsdom 2530 kann mit dem hydraulischen Gleitkörper 2520 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdom 2530 mit dem hydraulischen Gleitkörper 2520 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der innere Dichtungsdom 2530 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2540 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise mit einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Bohrohrverbindung, durch Schweißen, amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der innere Dichtungsdom 2530 mit dem unteren Dichtungskopf 2540 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der innere Dichtungsdom 2530 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2590, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien



von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2580 in den Fluiddurchlaß 2600 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2590 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der obere Dichtungskopf 2535 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 2545 und dem Aufweitungskonus 2555 verbunden. Der obere Dichtungskopf 2535 ist außerdem mit der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2530 und der Innenseite der Einfassung 2560 beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der obere Dichtungskopf 2535 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2535 und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2530 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2535 und der Außenseite des inneren Dichtungsdorns 2530 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs 2535 und der Innenseite der Einfassung 2560 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des oberen Dichtungskopfs 2535 und der Innenseite der Einfassung 2560 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2535 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der obere Dichtungskopf 2535 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten bzw. -flächen. Der obere Dichtungskopf 2535 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 2535 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des oberen Dichtungskopfs 2535 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2620 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2535 und dem inneren Dichtungsdorn 2530. Die Dichtungselemente 2620 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2620 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der obere Dichtungskopf 2535 eine Schulter 2625 zum Tragen bzw. Abstützen des oberen Dichtungskopfs 2535, des äußeren Dichtungsdorns 2545 und eines Aufweitungskonus 2555 auf dem unteren Dichtungskopf 2540.

Der obere Dichtungskopf 2535 kann mit dem äußeren Dichtungsdorn 2545 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Rohrleitungsverbindung, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder

eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 2535 mit dem äußeren Dichtungsdorn 2545 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem oberen Dichtungskopf 2535 und dem äußeren Dichtungsdorn 2545 ein oder mehrere Dichtungselemente 2630 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 2535 und dem äußeren Dichtungsdorn 2545. Die Dichtungselemente 2630 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2630 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2540 ist mit dem inneren Dichtungsdorn 2530 und dem Lastdorn 2550 verbunden. Der untere Dichtungskopf 2540 ist außerdem mit der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2535, der äußere Dichtungsdorn 2545 und der Aufweitungskonus 2555 in axialer Richtung hin und her.

Der radiale Abstand bzw. Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 können beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Freiraum zwischen der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2540 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten bzw. -flächen. Der untere Dichtungskopf 2540 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2540 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2635 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2540 und dem äußeren Dichtungsdorn 2545. Die Dichtungselemente 2635 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2635 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2540 kann mit dem inneren Dichtungsdorn 2530 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise Bohrröhrverbindungen, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2540 mit dem inneren Dichtungsdorn 2530 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausfüh-



rungsform umfaßt die mechanische Kupplung bzw. Verbindung zwischen dem unteren Dichtungskopf 2540 und dem inneren Dichtungsdorn 2530 ein oder mehr Dichtungselemente 2640 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2540 und dem inneren Dichtungsdorn 2530. Die Dichtungselemente 2640 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2640 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der untere Dichtungskopf 2540 kann mit dem Lastdorn 2550 mit einer beliebigen Anzahl herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2540 mit dem Lastdorn 2550 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen Dichtungskopf 2540 und dem Lastdorn 2550 ein oder mehrere Dichtungselemente 2645 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem unteren Dichtungskopf 2540 und dem Lastdorn 2550. Die Dichtungselemente 2645 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfederbetätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2645 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der untere Dichtungskopf 2540 einen Verengungsdurchlaß 2650, der fluidmäßig zwischen die Fluiddurchlässe 2590 und 2600 geschaltet und mit diesen verbunden ist. Der Verengungsdurchlaß 2650 besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 2655 oder eine andere ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit diesen bzw. dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 2590 von dem Fluiddurchlaß 2600 fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise wird die Druckkammer 2660 unter Druck gesetzt.

Der äußere Dichtungsdorn 2545 ist mit dem oberen Dichtungskopf 2535 und dem Aufweitungskonus 2555 verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 2545 ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Einfassung 2560 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2535, der äußere Dichtungsdorn 2545 und der Aufweitungskonus 2555 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 und der Innenseite der Einfassung 2560 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Freiraum zwischen der Außenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 und der Innenseite der Einfassung 2560 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise eine Stabilisierung für den Aufweitungskonus während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,01 Inch reichen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 2545 und der Außenseite des unteren Dichtungskopfs 2540 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 2545 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der äußere Dichtungsdorn 2545 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2545 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 2545 kann mit dem oberen Dichtungskopf 2535 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2545 mit dem oberen Dichtungskopf 2535 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der äußere Dichtungsdorn 2545 kann mit dem Aufweitungskonus 2555 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa durch eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der äußere Dichtungsdorn 2545 mit dem Aufweitungskonus 2555 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der obere Dichtungskopf 2535, der untere Dichtungskopf 2540, der innere Dichtungsdorn 2530 und der äußere Dichtungsdorn 2545 legen gemeinsam eine Druckkammer 2660 fest. Die Druckkammer 2660 ist mit dem Fluiddurchlaß 2590 über einen oder mehrere Durchlässe 2595 fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2500 steht der Stopfen 2655 im Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß 2650, um den Fluiddurchlaß 2590 fluidmäßig von dem Fluiddurchlaß 2600 zu isolieren. Die Druckkammer 2660 wird daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der obere Dichtungskopf 2535, der äußere Dichtungsdorn 2545 und der Aufweitungskonus 2555 in axialer Richtung hin- und herlaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2555 ihrerseits weitet die Einfassung 2560 in radialer Richtung auf.

Der Lastdorn 2550 ist mit dem unteren Dichtungskopf 2540 verbunden. Der Lastdorn 2550 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn 2550 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2550 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn 2550 kann mit dem unteren Dichtungskopf 2540 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen

Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, einer Bohrohrverbindung, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2550 mit dem unteren Dichtungskopf 2540 durch eine Standardschraubverbindung verbunden.

Der Lastdorn 2550 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2600, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von bzw. aus dem Fluiddurchlaß 2590 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2500 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2600 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von beispielsweise etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 2555 ist mit dem äußeren Dichtungsdorn 2545 verbunden. Der Aufweitungskonus 2555 ist außerdem beweglich mit der Innenseite der Einfassung 2560 verbunden. Auf diese Weise laufen der obere Dichtungskopf 2535, der äußere Dichtungsdorn 2545 und der Aufweitungskonus 2555 in axialer Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus 2555 veranlaßt die Einfassung 2560 dazu, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 2555 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise radiales Aufweiten für eine größtmögliche Vielfalt von rohrförmigen Einfassungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus 2555 kann beispielsweise vom etwa 2- bis 8-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 2535 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Länge des Aufweitungskonus 2535 vom etwa dem 3- bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 2535, um in optimaler Weise Stabilisierung und Zentrierung des Aufweitungskonus 2535 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform reicht der maximale Außendurchmesser des Aufweitungskonus 2555 von etwa 95 bis 99% des Innendurchmessers der existierenden Brunnenbohrung, mit welcher die Einfassung 2560 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2555 von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen. Der optimale Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2535 variiert als Funktion der speziellen betriebsmäßigen Merkmale des Aufweitungsvorgangs.

Der Aufweitungskonus 2555 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2555 hergestellt aus D2-Maschinenstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Oberfläche des Aufweitungskonus 2555 eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 2555 kann mit dem äußeren Dich-

tungsdorn 2545 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden oder Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2555 mit dem äußeren Dichtungsdorn 2545 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemloses Ersetzen des Aufweitungskonus 2555 bereitzustellen.

Die Einfassung 2560 ist mit den Gleitelementen 2525 und dem Aufweitungskonus 2555 lösbar verbunden. Die Einfassung 2560 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 2560 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 2560 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit unter Verwendung standardisierter Materialien bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende 2665 der Einfassung 2560 einen dünnwandigen Abschnitt 2670 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 2675. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 2670 etwa 50 bis 100% der regulären Wanddicke der Einfassung 2560. Auf diese Weise kann das obere Ende 2665 der Einfassung 2560 problemlos in innigen Kontakt mit dem unteren Ende des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung radial aufgeweitet und verformt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Abschnitts der Einfassung einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts 2670 der Einfassung 2560 in einen dünnwandigen Abschnitt der existierenden Brunnenbohrungseinfassung zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement 2675 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement 2675 aus StrataLock-Epoxid(harz) hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendruckbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2675 reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 2560 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Auf diese Weise stellt nach radialer Aufweitung das ringförmige Dichtungselement 2670 in optimaler Weise eine Fluidichtung bereit und außerdem stellt es bevorzugt optimal eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenseite des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung während der radialen Aufweitung der Einfassung 2560 bereit, um diese zu tragen bzw. abzustützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende 2680 der Einfassung 2560 einen dünnwandigen Abschnitt 2685 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 2690. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform be-

trägt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 2685 etwa 50 bis 100% der regulären Wanddicke der Einfassung 2560. Auf diese Weise kann das untere Ende 2680 der Einfassung 2560 problemlos aufgeweitet und verformt werden. Außerdem kann auf diese Weise ein anderer Abschnitt der Einfassung problemlos mit dem unteren Ende 2680 der Einfassung 2560 unter Verwendung eines radialen Aufweitungsprozesses vereinigt bzw. verbunden werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des anderen Einfassungsabschnitts ebenfalls einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der anderen Einfassung in den dünnwandigen Abschnitt 2685 des unteren Endes 2680 der Einfassung 2560 zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement 2690 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie beispielsweise aus Gummi, Metall, Kunststoff oder Epoxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement 2690 hergestellt aus StrataLock-Epoxid(harz), um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2690 reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 2560 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Nach radialer Aufweitung stellt das ringförmige Dichtungselement 2690 auf diese Weise bevorzugt eine Fluidichtung bereit und außerdem stellt sie bevorzugt eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwand der Brunnenbohrung während der radialen Aufweitung der Einfassung 2560 bereit, um die Einfassung 2560 abzustützen.

Während des Betriebs ist die Vorrichtung 2500 bevorzugt in einer Brunnenbohrung mit dem oberen Ende 2565 der Einfassung 2560 in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende der existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der dünnwandige Abschnitt 2670 der Einfassung 2560 in gegenüberliegender Überlappingsbeziehung mit dem dünnwandigen Abschnitt und dem äußeren ringförmigen Dichtungselement des unteren Endes des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung positioniert. Auf diese Weise drückt das radiale Aufweiten der Einfassung 2560 die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes 2565 der Einfassung 2560 und des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung in innigen Kontakt miteinander zusammen. Während der Positionierung der Vorrichtung 2500 in der Brunnenbohrung wird die Einfassung 2560 durch den Aufweitungskonus 2545 getragen bzw. gestützt.

Nach Positionieren der Vorrichtung 2500 wird das erste Fluidmaterial daraufhin in den Fluiddurchlaß 2565 gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Zement, Wasser, Schlackengemisch, Epoxid(harz) oder Bohrschlamm. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz) oder Schlackengemisch, um in optimaler Weise einen aushärtbaren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 2560 bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß 2565 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die

beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2565 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial, welches in den Fluiddurchlaß 2565 gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe 2570, 2575, 2580, 2590, 2600 und gelangt daraufhin zur Außenseite der Vorrichtung 2500. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin bevorzugt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 2500 und den Innenwänden der Brunnenbohrung.

Der Stopfen 2655 wird daraufhin in den Fluiddurchlaß 2565 eingeführt. Der Stopfen 2655 wird in dem Verbindungsdurchlaß 2650 aufgenommen und isoliert den Fluiddurchlaß 2590 fluidmäßig und versperrt ihn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Volumina eines nicht-aushärtenden Fluidmaterials daraufhin in den Fluiddurchlaß 2565 gepumpt, um jegliches aushärtbare Fluidmaterial zu entfernen, welches darin enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keine der Fluiddurchlässe versperrt ist.

Ein zweites Fluidmaterial wird daraufhin in den Fluiddurchlaß 2565 gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht-aushärtbares Fluidmaterial, wie beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, um in optimaler Weise das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2660 bereitzustellen und Reibung zu minimieren.

Das zweite Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß 2565 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2565 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß 2565 gepumpte zweite Fluidmaterial durchsetzt die Fluiddurchlässe 2570, 2575, 2580, 2590 und gelangt in die Druckkammern 2605 der Gleitelemente 2525 hinein und in die Druckkammer 2660 hinein. Fortgesetztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials führt zur Unterdrucksetzung der Druckkammern 2605 und 2660.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern 2605 veranlaßt die Gleitelemente 2525 zur Aufweitung in radialer Richtung und zum Ergreifen der Innenseite der Einfassung 2560 bzw. zur Anlage hieran. Die Einfassung 2560 wird daraufhin bevorzugt in im wesentlichen stationärer Position gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2660 veranlaßt den oberen Dichtungskopf 2535, den äußeren Dichtungsdorn 2545 und den Aufweitungskonus 2555 zur Bewegung in einer axialen Richtung relativ zu der Einfassung 2560. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus 2555 das Gehäuse 2560 zur Aufweitung in radialer Richtung, beginnend mit dem unteren Ende 2685 der Einfassung 2560.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Einfassung 2560 daran gehindert, sich durch die Gleitelemente 2525 in Aufwärtsrichtung zu bewegen. Eine Länge der Einfassung 2560 wird daraufhin in radialer Richtung durch das Unterdrucksetzen der Druckkammer 2660 aufgeweitet. Die Länge der Einfassung 2560, die während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, wird proportional

zu der Hublänge des oberen Dichtungskopfs 2535, des äußeren Dichtungsdorns 2545 und des Aufweitungskonus 2555 aufgeweitet.

Bei Beendigung eines Hubs wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und der obere Dichtungskopf 2535, der äußere Dichtungsdorn 2545 und der Aufweitungskonus 2555 fallen in ihre Ruhestellungen hinunter, wobei die Einfassung 2560 durch den Aufweitungskonus 2555 getragen wird. Die Position des Bohrers 2505 wird bevorzugt eingestellt durch den radialen Aufweitungsprozeß, um die überlappende Beziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes des existierenden Brunnenbohrungseinfassung und dem oberen Ende der Einfassung 2560 aufrechtzuerhalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Hub des Aufweitungskonus 2550 daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt 2670 und das obere Ende 2665 der Einfassung 2560 in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Brunnenbohrungseinfassung, enthaltend zwei benachbarte Einfassungsabschnitte mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser gebildet. Dieser Prozeß kann daraufhin für die gesamte Brunnenbohrung wiederholt werden, um eine Brunnenbohrungseinfassung mit einer Länge von tausenden von Fuß bereitzustellen, die im wesentlichen konstanten Innendurchmesser besitzt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden während des abschließenden Hubs des Aufweitungskonus 2555 die Gleitelemente 2525 so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt 2670 des oberen Endes 2665 der Einfassung 2560 positioniert, um Gleiten bzw. Schlupf zwischen der Einfassung 2560 und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2675 gewählt, um einen ausreichenden Grenzflächensitz bzw. Eingriffsitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Einfassung sicherzustellen, um eine axiale Verschiebung der Einfassung 2560 während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich wird der Innendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 2690 so gewählt, daß ein Grenzflächensitz bzw. Eingriffsitz mit den Innenwänden der Brunnenbohrung zu einem früheren Punkt des radialen Aufweitungsprozesses bereitgestellt wird, um eine weitere axiale Verschiebung der Einfassung 2560 zu verhindern. Gemäß dieser abschließenden Alternative ist der Eingriffsitz bzw. Grenzflächensitz bevorzugt gewählt, das Aufweiten der Einfassung 2560 zu erlauben, indem der Aufweitungskonus 2555 aus der Brunnenbohrung gezogen wird, ohne daß die Druckkammer 2660 unter Druck gesetzt werden muß.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung 2500 bevorzugt begrenzt auf die Fluiddurchlässe 2565, 2570, 2575, 2580 und 2590, die Druckkammern 2605 innerhalb der Gleitelemente 2525 und die Druckkammer 2660. Kein Fluidruck wirkt direkt auf die Einfassung 2560. Dies erlaubt die Verwendung von Betriebsdrücken, die höher sind als diejenigen, denen die Einfassung 2560 normalerweise zu widerstehen vermag.

Sobald die Einfassung 2560 vollständig von dem Aufweitungskonus 2555 weggepreßt ist, werden die verbleibenden Teile der Vorrichtung 2500 von der Brunnenbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen des unteren Endes der existierenden Einfassung und des oberen Endes 2665 der Einfassung 2560 von etwa 400

bis 10.000 psi, um in optimaler Weise die Einfassung 2560 zu tragen bzw. abzustützen, und zwar unter Verwendung der existierenden Brunnenbohrungseinfassung.

Auf diese Weise wird die Einfassung 2560 radial in Kontakt mit einem existierenden Einfassungsabschnitt aufgeweitet, indem die inneren Fluiddurchlässe 2565, 2570, 2575, 2580 und 2590, die Druckkammern der Gleitelemente 2506 und die Druckkammern 2660 der Vorrichtung 2500 unter Druck gesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird, falls erforderlich, der ringförmige Körper aus aushärtbarem Fluidmaterial daraufhin aushärten gelassen, um einen starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 2560 zu bilden. Im Fall, daß die Einfassung 2560 geschlitz ist, durchdringt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Einfassung 2560 und schließt diese ein bzw. umhüllt diese. Der resultierende neue Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung umfaßt die aufgeweitete Einfassung 2560 und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappungsverbindung zwischen der bereits existierenden Brunnenbohrungseinfassung und der aufgeweiteten Einfassung 2560 umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Brunnenbohrungseinfassungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise wird eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebildet. Dieser Prozeß zum Aufweiten überlappender rohrförmiger Elemente mit den dünnwandigen Endabschnitten mit den zusammendrückbaren ringförmigen Körpern in Kontakt kann für die gesamte Länge einer Brunnenbohrung wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser für tausende von Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus 2555 sich dem oberen Ende 2665 der Einfassung 2560 nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung 2500 zu minimieren. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 2500 einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stosses, der durch Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2560 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 2555 sich dem Ende der Einfassung 2560 nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 2555 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückföhrhubs der Vorrichtung 2500 auf den Bereich zwischen 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 2555 während des Rückföhrhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 2500 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise Anlagenlängen bereitzustellen, die unter Verwendung typischer Ölbohrungsgeräte problemlos gehandhabt werden kann, und um außer dem die Frequenz zu minimieren, mit welcher die Vorrichtung 2500 erneut einem Hub ausgesetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil des oberen Dichtungskopfs 2535 einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Einfassung 2560 während des Betriebs der Vorrichtung 2500, um die Oberfläche der Einfassung 2560 zu verringern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise kann der Betriebsdruck verringert

werden.

Alternativ kann die Vorrichtung 2500 verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung 2500 verwendet werden, um das Innere der Brunnenbohrung mit einer Einfassung direkt auszukleiden, und zwar ohne Einsatz einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung 2500 verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Unter bezug auf Fig. 19, 19a und 19b wird nunmehr eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung 2700 zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements erläutert. Die Vorrichtung 2700 umfaßt bevorzugt ein Bohrrohr 2705, einen Innengestängeadapter 2710, eine Dichtungsbuchse 2715, einen ersten inneren Dichtungsdorn 2720, einen ersten oberen Dichtungskopf 2725, einen ersten unteren Dichtungskopf 2730, einen ersten äußeren Dichtungsdorn 2735, einen zweiten inneren Dichtungsdorn 2740, einen zweiten oberen Dichtungskopf 2745, einen zweiten unteren Dichtungskopf 2750, einen zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755, einen Lastdorn 2760, einen Aufweitungskonus 2765, eine Dornstarteinrichtung 2770, einen mechanischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2775, mechanische Gleit- bzw. Schlupfelemente 2780, Schleppblöcke 2785, eine Einfassung 2790 und Fluiddurchlässe 2795, 2800, 2805, 2810, 2815, 2820, 2825 und 2830.

Das Bohrrohr 2705 ist mit dem Innengestängeadapter 2710 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2700 trägt bzw. stützt das Bohrrohr 2705 die Vorrichtung 2700. Das Bohrrohr 2705 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrrohr 2705 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder aus anderen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2705 hergestellt aus einem Spiralrohr, um die Platzierung der Vorrichtung 2700 in nicht vertikalen Brunnenbohrungen zu erleichtern. Das Bohrrohr 2705 kann mit dem Innengestängeadapter 2710 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrrohr 2705 mit dem Innengestängeadapter 2710 durch eine Bohrrohrverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemloses Zerlegen bereitzustellen.

Das Bohrrohr 2705 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2795, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien, ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 2800 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2795 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 2710 ist mit dem Bohrgestänge 2705 und der Dichtungsbuchse 2715 verbunden. Der Innengestängeadapter 2710 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der Innengestängeadapter 2710 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl,

Edelstahl, oder andere ähnlich hochfeste Materialien.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2710 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 2710 ist mit dem Bohrgestänge 2705 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2710 mit dem Bohrrohr 2705 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemloses Zerlegen bereitzustellen. Der Innengestängeadapter 2710 kann mit der Dichtungsbuchse 2715 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 2710 mit der Dichtungsbuchse 2715 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter 2710 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2800, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2795 in den Fluiddurchlaß 2805 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2800 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 2715 ist mit dem Innengestängeadapter 2710 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 verbunden. Die Dichtungsbuchse 2715 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 2715 kann hergestellt sein aus einer beliebigen herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2715 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse 2715 kann mit dem Innengestängeadapter 2710 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2715 mit dem Innengestängeadapter 2710 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 2715 kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 2715 mit dem inneren Dichtungsdorn 2720 durch eine Stan-

dardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 2715 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2802, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2800 in den Fluiddurchlaß 2805 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2802 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn 2720 ist mit der Dichtungsbuchse 2715 und dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 2720 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der erste innere Dichtungsdorn 2720 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien hergestellt sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 2720 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste innere Dichtungsdorn 2720 kann mit der Dichtungsbuchse 2715 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 2720 mit der Dichtungsbuchse 2715 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 2720 kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 2720 mit dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der erste innere Dichtungsdorn 2720 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2805, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien aus dem Fluiddurchlaß 2802 in den Fluiddurchlaß 2810 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2805 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste obere Dichtungskopf 2725 ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735, dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 und dem Aufweitungskonus 2765 verbunden. Der erste obere Dichtungskopf 2725 ist außerdem beweglich verbunden mit der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 2720 und der Innenseite der Einfassung 2790. Auf diese Weise läuft der erste obere Dichtungskopf 2725 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der inneren zylindrischen Oberfläche des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 2720 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform

reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 2720 von etwa 0,005 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 und der Innenseite der Einfassung 2795 kann von beispielsweise etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 und der Innenseite der Einfassung 2790 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2765 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der erste obere Dichtungskopf 2725 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste obere Dichtungskopf 2725 kann hergestellt sein aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf 2725 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2835 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 2725 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720. Die Dichtungselemente 2835 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-angetriebene bzw. -betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2835 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste obere Dichtungskopf 2725 eine Schulter 2840 zum Tragen bzw. Abstützen des ersten oberen Dichtungskopfs 2725 auf den ersten unteren Dichtungskopf 2730.

Der erste obere Dichtungskopf 2725 kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf 2725 mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 2725 und dem ersten Dichtungsdorn 2735 ein oder mehrere Dichtungselemente 2845 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 2725 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735. Die Dichtungselemente 2845 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2845 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.



Der erste untere Dichtungskopf 2730 ist mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 verbunden. Der erste untere Dichtungskopf 2730 ist außerdem mit der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 2725 und der erste äußere Dichtungsdorn 2735 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum bzw. Abstand zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 2730 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Dichtungselement mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste untere Dichtungskopf 2730 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf 2730 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2850 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735. Die Dichtungselemente 2850 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2850 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 2730 kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise speziellen Schraubverbindungen von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standard-schraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf 2730 mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 durch eine Standard-schraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 ein oder mehrere Dichtungselemente 2855 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720. Die Dichtungselemente 2855 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2855 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 2730 kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 unter Verwendung einer

beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standard-schraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Dichtungskopf 2730 mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 durch eine Standard-schraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 ein oder mehrere Dichtungselemente 2860 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und einem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740. Die Dichtungselemente 2860 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2860 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 2735 ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf 2725, dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 und dem Aufweitungskonus 2765 verbunden. Der erste äußere Dichtungsdorn 2735 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 2790 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 2725, der erste äußere Dichtungsdorn 2735, der zweite obere Dichtungskopf 2745, der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 und der Aufweitungskonus 2765 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 und der Innenseite der Einfassung 2790 können beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 und der Innenseite der Einfassung 2790 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2765 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 2735 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 2730 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der äußere Dichtungsdorn 1935 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste äußere Dichtungsdorn 2735 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 2735 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 2735 ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf 2725 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden, wie etwa beispiels-



weise Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 2735 mit dem ersten oberen Dichtungskopf 2725 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der erste äußere Dichtungsdorn 2735 kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Kupplungen verbunden sein, beispielsweise einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 2735 mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der zweite innere Dichtungsdorn 2740 ist mit dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 und dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 verbunden. Der zweite innere Dichtungsdorn 2740 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der zweite innere Dichtungsdorn 2740 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlichen hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 2740 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn 2740 kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 2740 mit dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 und dem ersten unteren Dichtungskopf 2730 umfaßt bevorzugt Dichtungselemente 2860.

Der zweite innere Dichtungsdorn 2740 kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, durch Schweißen, durch amorphes Verbinden bzw. Verkleben oder durch eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 2740 mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten Dichtungsdorn 2740 und dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 ein oder mehrere Dichtungselemente 2865. Die Dichtungselemente 2865 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2865 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals.

Der zweite inneren Dichtungsdorn 2740 umfaßt bevor-

zugt einen Fluiddurchlaß 2810, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2805 in den Fluid-durchlaß 2815 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2810 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der zweite obere Dichtungskopf 2745 ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf 2725, dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735, den zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 und dem Aufweitungskonus 2765 verbunden. Der zweite obere Dichtungskopf 2745 ist außerdem mit der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 2740 und der Innenseite der Einfassung 2790 beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der zweite obere Dichtungskopf 2745 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 2740 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 2740 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 und der Innenseite der Einfassung 2790 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 und der Innenseite der Einfassung 2790 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2765 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf 2745 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite obere Dichtungskopf 2745 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt werden, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 2745 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2870 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740. Die Dichtungselemente 2870 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2870 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite obere Dichtungskopf 2745 eine Schulter 2875 zum Tragen des zweiten oberen Dichtungskopfs 2745 auf dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750.

Der zweite obere Dichtungskopf 2745 kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa

beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 2745 mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735 ein oder mehrere Dichtungselemente 2880 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735. Die Dichtungselemente 2880 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2880 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf 2745 kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen umfassen, wie etwa beispielsweise eine Bohrohrverbindung, eine spezielle Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder eine Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 2745 mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 ein oder mehrere Dichtungselemente 2885 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755. Die Dichtungselemente 2885 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2885 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 2750 ist mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 und dem Lastdorn 2760 verbunden. Der zweite untere Dichtungskopf 2750 ist außerdem mit der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 2725, der erste äußere Dichtungsdorn 2735, der zweite obere Dichtungskopf 2745, der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 und der Aufweitungskonus 2765 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Abstand bzw. Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 2750 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite untere Dichtungskopf 2750 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie

beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 2750 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 2890 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755. Die Dichtungselemente 2890 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2890 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 2750 kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 2750 mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 2740 ein oder mehrere Dichtungselemente 2895 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten Dichtungskopf 2750 und dem zweiten Dichtungsdorn 2740. Die Dichtungselemente 2895 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2895 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 2750 kann mit dem Lastdorn 2760 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 2750 mit dem Lastdorn 2760 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 und dem Lastdorn 2760 ein oder mehrere Dichtungselemente 2900 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 und dem Lastdorn 2760. Die Dichtungselemente 2900 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 2900 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite untere Dichtungskopf 2750 einen Verengungsdurchlaß 2905, der zwischen die Fluiddurchlässe 2810 und 2815 geschaltet und fluidmäßig mit diesen verbunden ist. Der Verengungsdurchlaß 2905 besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 2910 aufzunehmen, um in Eingriff mit diesem oder einer ähnlichen Einrichtung zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 2810 von dem Fluiddurchlaß 2815 fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise werden die Druckkammern 2915 und 2920 unter Druck gesetzt. Die Verwendung von mehreren Druckkammern in der Vorrichtung 2700 erlaubt eine Vervielfachung der effektiven Antriebskraft. Während die Verwendung eines Paares von Druckkammern 2915 und 2920 dargestellt und erläutert wurde, kann die Vorrichtung 2700 außerdem so modifiziert sein, daß sie zusätzliche Druckkammern verwendet.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf 2725, dem ersten äußeren Dichtungsdorn 2735, dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 und dem Aufweitungskonus 2765 verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 2790 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 2725, der erste äußere Dichtungsdorn 2735, der zweite obere Dichtungskopf 2745, der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 und der Aufweitungskonus 2765 in axialer Richtung hin und her.

Die radialen Freiräume zwischen den Außenseiten des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 und der Innenseite der Einfassung 2790 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 und der Innenseite der Einfassung 2790 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 2765 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 2755 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 2750 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der

zweite äußere Dichtungsdorn 2755 mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 2745 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 kann mit dem Aufweitungskonus 2765 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 mit dem Aufweitungskonus 2765 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn 2760 ist mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 und dem mechanischen Gleit- bzw. Schlupfkörper 2775 verbunden. Der Lastdorn 2760 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn 2760 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2760 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn 2760 kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2760 mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 2750 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der Lastdorn 2760 kann mit dem mechanischen Gleitkörper 2775 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 2760 mit dem mechanischen Gleitkörper 2775 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn 2760 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2815, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2810 zu dem Fluiddurchlaß 2820 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2815 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 2765 ist mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2755 verbunden. Der Aufweitungskonus 2765 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 2790 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 2725, der erste äußere Dichtungsdorn 2735, der zweite obere Dichtungskopf 2745, der zweite äußere Dichtungsdorn 2755 und der Aufweitungskonus 2765 in axialer Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus 2765 veranlaßt die Einfassung 2790, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 2765 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen-

und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise Aufweitungskonusabmessungen bereitzustellen, die den typischen Bereich von Einfassungen abdecken. Die axiale Länge des Aufweitungskonus 2765 kann beispielsweise von etwa dem 2-bis 8-fachen des größten Durchmessers des Aufweitungskonus 2765 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus 2765 von etwa dem 3-bis 5-fachen des größten Außendurchmessers des Aufweitungskonus 2765, um in optimaler Weise Stabilisierung und Zentrierung des Aufweitungskonus 2765 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 2765 von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise Reibungskräfte und radiale Aufweitungskräfte auszugleichen.

Der Aufweitungskonus 2765 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2765 hergestellt aus D2-Maschinenwerkzeugstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Korrosion und Galling bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus 2765 eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 2765 kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2765 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 2765 verbunden mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 2765 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemlosen Austausch des Aufweitungskonus 2765 bereitzustellen.

Die Dornstarteinrichtung 2770 ist mit der Einfassung 2790 verbunden. Die Dornstarteinrichtung 2770 umfaßt einen rohrförmigen Einfassungsabschnitt mit verringerter Wanddicke im Vergleich zu der Einfassung 2790. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 2770 etwa 50 bis 100% der Wanddicke der Einfassung 2790. Die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 2770 kann beispielsweise von etwa 0,15 bis 1,5 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke der Dornstarteinrichtung 2770 von etwa 0,25 bis 0,75 Inch. Auf diese Weise ist der Beginn der radialen Aufweitung der Einfassung 2790 erleichtert, die Platzierung der Vorrichtung 2700 in der Brunnenbohrungseinfassung und der Brunnenbohrung ist erleichtert und die Dornstarteinrichtung 2770 besitzt eine Berstfestigkeit, die ungefähr gleich derjenigen der Einfassung 2790 entspricht. Die Dornstarteinrichtung 2770 kann mit der Einfassung 2790 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, etwa beispielsweise einer Standardschraubverbindung. Die Dornstarteinrichtung 2770 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie beispielsweise Oilfield Country Tubular

Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder andere ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dornstarteinrichtung 2770 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods einer höheren Festigkeit als diejenige der Einfassung 2790, jedoch mit verringerter Wanddicke, um in optimaler Weise einen kleinen kompakten rohrförmigen Behälter mit einer Berstfestigkeit ungefähr gleich derjenigen der Einfassung 2790 bereitzustellen.

Der mechanische Gleitkörper 2775 ist mit dem Lastdorn 2760, den mechanischen Gleit- bzw. Schlupfelementen 2780 und den Schleppblöcken 2785 verbunden. Der mechanische Gleitkörper 2775 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element mit einem inneren Durchlaß 2820, der fluidmäßig mit dem Durchlaß 2815 verbunden ist. Auf diese Weise können Fluidmaterialien von dem Durchlaß 2820 zu einem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2700 gefördert werden.

Der mechanische Gleitkörper 2775 kann mit dem Lastdorn 2760 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2775 mit dem Lastdorn 2760 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung lösbar verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemloses Zerlegen bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper 2775 kann mit den mechanischen Gleitelementen 2780 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2775 mit den mechanischen Gleitelementen 2780 unter Verwendung von Schraubverbindungen und gleitfähigen Stahlrückhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Anbringung bereitzustellen. Der mechanische Gleitkörper 2775 kann mit den Schleppblöcken 2785 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der mechanische Gleitkörper 2775 mit den Schleppblöcken 2785 unter Verwendung von Schraubverbindungen und gleitfähigen Stahlrückhalteringen lösbar verbunden, um in optimaler Weise eine hochfeste Anbringung bereitzustellen.

Der mechanische Gleitkörper 2775 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 2820, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 2815 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 2700 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 2820 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die mechanischen Gleitelemente 2780 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 2775 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2700 verhindern die mechanischen Gleitelemente 2780 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 2790 und der Dornstarteinrichtung 2770. Während des axialen Hin- und Herlaufs des Aufweitungskonus 2765 werden auf diese Weise die Einfassung 2790 und die Dornstarteinrichtung 2770 in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790 und die Dornstarteinrichtung 2770 in radialer Richtung durch axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2765 aufgeweitet.

Die mechanischen Gleitelemente 2780 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, mechanische RTTS-Packer-Wicker-Typ-Gleitelemente,

mente oder obere mechanische Wolframcarbid-Gleitelemente mit rückgewinnbarem Brückenstopfen vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die mechanischen Gleitelemente 2780 mechanische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise der axialen Bewegung der Einfassung 2790 und der Dornstarteinrichtung 2770 während des Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen.

Die Schleppblöcke 2785 sind mit der Außenseite des mechanischen Gleitkörpers 2775 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 2700 verhindern die Schleppblöcke 2785 eine Aufwärtsbewegung der Einfassung 2790 und der Dornstarteinrichtung 2770. Während des axialen Hin- und Herlaufs des Aufweitungskonus 2765 werden auf diese Weise die Einfassung 2790 und die Dornstarteinrichtung 2770 in im wesentlichen stationärer Position gehalten. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790 in radialer Richtung durch die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2765 aufgeweitet.

Die Schleppblöcke 2785 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise mechanische RTTS-Dichtungsstück-Schleppblöcke oder Schleppblöcke mit rückgewinnbarem Brückenstopfen vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Schleppblöcke 2785 mechanische RTTS-Dichtungsstück-Schleppblöcke, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise der axialen Bewegung der Einfassung 2790 und der Dornstarteinrichtung 2770 während des Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen.

Die Einfassung 2790 ist mit der Dornstarteinrichtung 2770 verbunden. Die Einfassung 2790 ist mit den mechanischen Gleitelementen 2780 und den Schleppblöcken 2785 lösbar verbunden. Die Einfassung 2790 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 2790 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 2790 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit unter Verwendung standardisierter Materialien bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende der Einfassung 2790 ein oder mehrere Dichtungselemente, die um die Außenseite der Einfassung 2790 positioniert sind.

Während des Betriebs ist die Vorrichtung 2700 in einer Brunnenbohrung positioniert, wobei das obere Ende der Einfassung 2790 in überlappender Beziehung in einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert ist. Um Druckstöße bzw. Stoßdrücke in dem Bohrloch während der Platzierung der Vorrichtung 2700 zu minimieren, ist der Fluiddurchlaß 2795 bevorzugt mit einem oder mehreren Druckfreigabedurchlässen versehen. Während der Platzierung der Vorrichtung 2700 in der Brunnenbohrung ist die Einfassung 2790 durch den Aufweitungskonus 2765 getragen.

Nach Positionierung der Vorrichtung 2700 in überlappender Beziehung mit einem existierenden Brunnenbohrungseinfassungsabschnitt wird ein erstes Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2795 ausgehend von einer Oberflächenstelle gepumpt. Das erste Fluidmaterial wird von dem Fluiddurchlaß 2795 zu den Fluiddurchlässen 2800, 2802, 2805, 2810,

2815 und 2820 gefördert. Das Fluidmaterial verläßt daraufhin die Vorrichtung 2700 und füllt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 2700 und den Innenwandungen des Bohrlochs.

Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Epoxid(harz), Bohrschlamm, Schlackengemisch, Wasser oder Zement. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Schlackengemisch, Epoxid(harz) oder Zement. Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material gebildet werden.

Das erste Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 2700 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in die Vorrichtung 2700 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt beim Einspritzen des ersten Fluidmaterials, wie etwa, nachdem der ringförmige Bereich außerhalb der Vorrichtung 2700 auf ein vorbestimmtes Niveau gefüllt wurde, wird ein Stopfen 2910, ein Anker oder eine ähnliche Einrichtung in das erste Fluidmaterial eingeführt. Der Stopfen 2910 gelangt zum Sitz im Durchlaß 2905 und isoliert dadurch den Fluiddurchlaß 2810 fluidmäßig von dem Fluiddurchlaß 2815.

Nach Platzierung des Stopfens 2910 in dem Verengungsdurchlaß 2905 wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 2795 gepumpt, um die Druckkammern 2915 und 2920 unter Druck zu setzen. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrgase der Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht-aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Die Verwendung von Schmiermittel stellt optimal Schmierung der beweglichen Teile der Vorrichtung 2700 bereit.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Vorrichtung 2700 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.000 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in die Vorrichtung 2700 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern 2915 und 2920 veranlaßt die oberen Dichtungsköpfe 2725 und 2745, die äußeren Dichtungsdorne 2735 und 2755 und den Aufweitungskonus 2765 dazu, sich in axialer Richtung zu bewegen. Wenn der Aufweitungskonus 2765 sich in radialer Richtung bewegt, zieht der Aufweitungskonus 2765 die Dornstarteinrichtung 2770, die Einfassung 2790 und die Schleppblöcke 2785 mit, wodurch die mechanischen Gleitelemente 2780 angeordnet bzw. eingestellt werden und eine weitere axiale Bewegung der Dornstarteinrichtung 2770 und der Einfassung 2790 gestoppt wird. Auf diese Weise weitet die axiale Bewegung des Aufweitungskonus 2765 die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790 auf.

Sobald die oberen Dichtungsköpfe 2725 und 2745, die äußeren Dichtungsdorne 2735 und 2755 und der Aufweitungskonus 2765 einen axialen Hub beenden, wird der Be-

triebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert und das Bohrgestänge 2705 wird angehoben bzw. herausgehoben. Dies veranlaßt die Dichtungsdorne 2720 und 2740, die unteren Dichtungsköpfe 2730 und 2750, den Lastdorn 2760 und die mechanischen Gleitkörper 2750 zu einer Aufwärtsbewegung. Dadurch werden die mechanischen Gleitelemente 2780 gelöst bzw. abgerückt und die mechanischen Gleitelemente 2780 und die Schleppblöcke 2785 können innerhalb der Dornstarteinrichtung 2770 und der Einfassung 2790 aufwärts bewegt werden. Wenn die unteren Dichtungsköpfe 2730 und 2750 die oberen Dichtungsköpfe 2725 und 2745 kontaktieren, wird das zweite Fluidmaterial erneut unter Druck gesetzt und der radiale Aufweitungsprozeß dauert an. Auf diese Weise werden die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790 durch wiederholte axiale Hübe der oberen Dichtungsköpfe 2725 und 2745, der äußeren Dichtungsdorne 2735 und 2755 und des Aufweitungskonus radial aufgeweitet. Während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses wird das obere Ende 2790 bevorzugt in überlappender Beziehung mit einem existierenden Brunnenbohrungseinfassungsabschnitt gehalten.

Am Ende des radialen Aufweitungsprozesses wird der Einfassung 2790 in innigen Kontakt mit der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellen die Dichtungselemente, die am oberen Ende der Einfassung 2790 vorgesehen sind, eine Fluidichtung zwischen der Außenseite des oberen Endes der Einfassung 2790 und der Innenseite des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung bereit. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der Einfassung 2790 und dem existierenden Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung von etwa 400 bis 10.000, um in optimaler Weise einen Kontaktdruck zum Aktivieren der Dichtungselemente bereitzustellen, um der axialen Bewegung der aufgeweiteten Einfassung optimalen Widerstand entgegenzusetzen und um in optimaler Weise typischen Spannungs- und Zuglasten auf die aufgeweitete Einfassung zu widerstehen.

Wenn der Aufweitungskonus 2765 sich dem Ende der Einfassung 2790 ändert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung 2700 zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 2700 einen Stoßabsorber zum Absorbieren des Stosses, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2790 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 2765 sich dem Ende der Einfassung 2790 nähert, um in optimaler Weise verringerte axiale Bewegung und verringerte Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 2765 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Hubs der Vorrichtung 2700 auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 2765 während des Rückföhrhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 2700 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, welche mit typischen Ölbohrgeräten problemlos gehandhabt werden kann und um die Frequenz zu minimieren, mit welcher die Vorrichtung 2700 während eines Aufweitungsvorgangs erneut in Hub versetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil der oberen Dichtungsköpfe 2725 und 2745 Aufweitungskegel bzw. -konusse zum radialen Aufweiten

der Dornstarteinrichtung 2770 und der Einfassung 2790 während des Betriebs der Vorrichtung 2700, um die Oberfläche der Einfassung 2790 zu vergrößern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform werden mechanische Gleitelemente in einer axialen Stelle zwischen der Abdichtbuchse 1915 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 2720 positioniert, um in optimaler Weise einen vereinfachten Zusammenbau und Betrieb der Vorrichtung 2700 bereitzustellen.

Bei Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 2790 wird das erste Fluidmaterial, falls möglich bzw. notwendig, in dem ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Aufweitungseinfassung 2790 und den Innenwandungen der Brunnenbohrung aushärten gelassen. In dem Fall, daß die Einfassung 2790 geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Einfassung 2790 und umschließt diese. Auf diese Weise ist ein neuer Brunnenbohrungsabschnitt innerhalb einer Brunnenbohrung gebildet. Alternativ kann die Vorrichtung 2700 verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung 2700 verwendet werden, um das Innere einer Brunnenbohrung mit einer Einfassung direkt auszukleiden ohne Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus aushärtbarem Material. Alternativ kann die Vorrichtung 2700 verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung 2700 begrenzt auf die Fluiddurchlässe 2795, 2800, 2802, 2805 und 2810 und die Druckkammern 2915 und 2920. Keinerlei Druck wirkt direkt auf die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790. Dies erlaubt die Verwendung höherer Betriebsdrücke als diejenigen, denen die Dornstarteinrichtung 2770 und die Einfassung 2790 normalerweise zu widerstehen vermögen.

Nunmehr wird unter bezug auf Fig. 20 eine Ausführungsform der Vorrichtung 3000 zum Ausbilden einer Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser erläutert. Die Vorrichtung 3000 umfaßt bevorzugt ein Bohrröhr 3005, ein Innengestängeadapter 3010, eine Dichtungsbuchse 3015, einen ersten inneren Dichtungsdorn 3020, hydraulische Gleitelemente 3025, einen ersten oberen Dichtungskopf 3030, einen ersten unteren Dichtungskopf 3035, einen ersten äußeren Dichtungsdorn 3040, einen zweiten inneren Dichtungsdorn 3045, einen zweiten oberen Dichtungskopf 3050, einen zweiten unteren Dichtungskopf 3055, einen zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060, einen Lastdorn 3065, einen Aufweitungskonus 3070, eine Einfassung 3075 und Fluiddurchlässe 3080, 3085, 3090, 3095, 3100, 3105, 3110, 3115 und 3120.

Das Bohrröhr 3005 ist mit dem Innengestängeadapter 3010 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 3000 trägt das Bohrröhr 3005 die Vorrichtung 3000. Das Bohrröhr 3005 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Das Bohrröhr 3005 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder aus anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrröhr 3005 aus einem Spirälrohr hergestellt, um die Platzierung der Vorrichtung 3000 in nicht vertikalen Brunnenbohrungen zu erleichtern. Das Bohrröhr 3005 kann mit dem Innengestänge-



adapter 3010 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Bohrröhr 3005 mit dem Innengestängeadapter 3010 durch eine Bohrröhrverbindung lösbar verbunden.

Das Bohrröhr 3005 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3080, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien ausgehend von einer Oberflächenstelle in den Fluiddurchlaß 3085 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3080 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien zu fördern, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, und zwar mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Innengestängeadapter 3010 ist mit dem Bohrgestänge 3005 und der Dichtungsbuchse 3015 verbunden. Der Innengestängeadapter 3010 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles röhrförmiges Element bzw. mehrere derartiger Elemente. Der Innengestängeadapter 3010 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 3010 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Innengestängeadapter 3010 kann mit dem Bohrröhr 3005 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 3010 mit dem Bohrröhr 3005 durch eine Bohrröhrverbindung lösbar verbunden. Der Innengestängeadapter 3010 kann mit der Dichtungsbuchse 3015 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Innengestängeadapter 3010 mit der Dichtungsbuchse 3015 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Innengestängeadapter 3010 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3085, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3080 in den Fluiddurchlaß 3090 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3085 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Die Dichtungsbuchse 3015 ist mit dem Innengestängeadapter 3010 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 verbunden. Die Dichtungsbuchse 3015 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles röhrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Die Dichtungsbuchse 3015 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispiels-

weise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 3015 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Die Dichtungsbuchse 3015 kann mit dem Innengestängeadapter 3010 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 3015 mit dem Innengestängeadapter 3010 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Die Dichtungsbuchse 3015 kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Dichtungsbuchse 3015 mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Die Dichtungsbuchse 3015 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3090, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3085 in den Fluiddurchlaß 3095 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3090 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn 3020 ist mit der Dichtungsbuchse 3015, den hydraulischen Gleit- bzw. Schlupf-elementen 3025 und dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 3020 ist außerdem mit dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 beweglich verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 3020 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles röhrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der erste innere Dichtungsdorn 3020 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 3020 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste innere Dichtungsdorn 3020 kann mit der Dichtungsbuchse 3015 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrröhrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 3020 mit der Dichtungsbuchse 3015 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 3020 kann mit den hydraulischen Gleitelementen 3025 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen ver-

bunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste innere Dichtungsdorn 3020 mit den hydraulischen Gleitelementen 3025 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der erste innere Dichtungsdorn 3020 kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrrrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Dichtungsdorn 3020 mit dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der erste innere Dichtungsdorn 3020 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3095, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3090 in den Fluiddurchlaß 3100 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3095 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Zement, Epoxid(harz) oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn 3020 umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe 3010, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3095 in die Druckkammern der hydraulischen Gleitelemente 3025 zu fördern. Auf diese Weise werden die Gleitelemente 3025 bei Unterdrucksetzung des Fluiddurchlasses 3095 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 3095 betätigt bzw. eingerückt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Fluiddurchlässe 3130 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrfluide oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der erste innere Dichtungsdorn 3020 umfaßt bevorzugt außerdem Fluiddurchlässe 2115, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3095 in die erste Druckkammer 3075 zu fördern, welche durch den ersten oberen Dichtungskopf 3030, den ersten unteren Dichtungskopf 3035, den ersten inneren Dichtungsdorn 3020 und den ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 festgelegt ist. Während des Betriebs der Vorrichtung 3000 veranlaßt das Unterdrucksetzen der Druckkammer 3175 den ersten oberen Dichtungskopf 3030, den ersten äußeren Dichtungsdorn 3040, den zweiten oberen Dichtungskopf 3050, den zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 und den Aufweitungskonus 3070 zu einer Bewegung in axialer Richtung.

Die Gleitelemente 3025 sind mit der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 3020 verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 3000 werden die Gleitelemente 3035 bei Unterdrucksetzen des Fluiddurchlasses 3095 in Kontakt mit der Innenseite der Einfassung 3075 betätigt. Auf diese Weise halten die Gleitelemente 3025 die Einfassung 3075 in einer im wesentlichen stationären Position.

Die Gleitelemente 3025 umfassen bevorzugt Fluiddurchlässe 3125, Druckkammern 3130, eine Vorspannfeder 3135 und Gleit- bzw. Schlupfelemente 3140. Die Gleitelemente 3025 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen hydraulischen Gleitelementen umfassen, wie etwa beispielsweise hydraulische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente oder einen rückgewinnbaren Brückenstopfen mit hydraulischen Gleitele-

menten vom Modell 3L. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Gleitelemente 3025 hydraulische RTTS-Dichtungsstück-Wolframcarbid-Gleitelemente, erhältlich von Halliburton Energy Services, um in optimaler Weise der axialen Bewegung der Einfassung 3075 während des Aufweitungsprozesses Widerstand entgegenzusetzen. Der erste obere Dichtungskopf 3030 ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040, dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050, dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 und dem Aufweitungskonus 3070 verbunden. Der erste obere Dichtungskopf 3030 kann außerdem mit der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 3020 und der Innenseite der Einfassung 3070 beweglich verbunden sein. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her.

Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 3020 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 und der Außenseite des ersten inneren Dichtungsdorns 3020 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 und der Innenseite der Einfassung 3075 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 und der Innenseite der Einfassung 3075 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 3070 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der erste obere Dichtungskopf 3030 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste obere Dichtungskopf 3030 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste obere Dichtungskopf 3030 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 3145 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020. Die Dichtungselemente 3145 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3145 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der erste obere Dichtungskopf 3030 eine Schulter 3150 zum Tragen des ersten oberen Dichtungskopfs 3030 des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040, des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und des Aufweitungskonus 3070 auf dem ersten unteren Dichtungskopf 3035.

Der erste obere Dichtungskopf 3030 kann mit dem ersten

äußeren Dichtungsdorn 3040 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der obere Dichtungskopf 3030 mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 ein oder mehrere Dichtungselemente 3155 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040. Die Dichtungselemente 3155 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3155 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 3035 ist mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 verbunden. Der erste untere Dichtungskopf 3035 ist außerdem mit der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 und der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 und der Innenseite des äußeren Dichtungsdorns 3040 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 3035 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste untere Dichtungskopf 3035 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf 3035 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 3160 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040. Die Dichtungselemente 3160 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen umfassen, wie beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3160 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 3035 kann mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 unter Verwendung einer belie-

bigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf 3035 mit dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020 ein oder mehrere Dichtungselemente 3165 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem ersten inneren Dichtungsdorn 3020. Die Dichtungselemente 3165 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3165 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise Abdichtung für eine lange Hublänge bereitzustellen.

Der erste untere Dichtungskopf 3035 kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste untere Dichtungskopf 3035 mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 ein oder mehrere Dichtungselemente 3170 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045. Die Dichtungselemente 3170 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3170 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 ist mit dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 und dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 verbunden. Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 3075 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040 und der Innenseite der Einfassung 3075 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040 und der Innenseite der Einfassung 3075 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 307 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns

3040 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 kann beispielsweise von etwa 0,005 bis 0,125 Inch betragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum der Innenseite des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040 und der Außenseite des ersten unteren Dichtungskopfs 3035 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialein hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 3040 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 kann mit dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 3040 mit dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 und dem ersten oberen Dichtungskopf 3030 ein oder mehrere Dichtungselemente 3180 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 und dem ersten oberen Dichtungskopf 3030. Die Dichtungselemente 3180 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3180 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der erste äußere Dichtungsdorn 3040 kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste äußere Dichtungsdorn 3040 mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 durch eine Standardschraubverbindung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 und dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 ein oder mehrere Dichtungselemente 3185 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 und dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050. Die Dichtungselemente 3185 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3185 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um

in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 und dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 verbunden sein. Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 umfaßt bevorzugt ein im wesentlichen hohles rohrförmiges Element bzw. mehrere derartige Elemente. Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 3045 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 kann mit dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 3045 mit dem ersten unteren Dichtungskopf 3035 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 kann mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite innere Dichtungsdorn 3045 mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3100, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3045 in den Fluiddurchlaß 3105 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3100 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der zweite innere Dichtungsdorn 3045 umfaßt bevorzugt Fluiddurchlässe 3120, die dazu ausgelegt sind, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3100 in die zweite Druckkammer 3190 zu fördern, die durch den zweiten oberen Dichtungskopf 3050, den zweiten unteren Dichtungskopf 3055, den zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 und den zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 festgelegt ist. Während des Betriebs der Vorrichtung 3000 veranlaßt das Unterdrucksetzen der zweiten Druckkammer 3190 den ersten oberen Dichtungskopf 3030, den ersten äußeren Dichtungsdorn 3040, den zweiten oberen Dichtungskopf 3050, den zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 und den Aufweitungskonus 3070, sich in axialer Richtung zu bewegen. Der zweite obere Dichtungskopf 3050 ist mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 verbunden. Der zweite obere Dichtungskopf 3050 ist außerdem mit der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 3045 und der Innenseite der Einfassung 3045 beweglich verbunden. Auf diese Weise läuft der zweite obere Dichtungskopf 3050 in axialer Richtung hin

und her. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 3045 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und der Außenseite des zweiten inneren Dichtungsdorns 3045 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise einen minimalen radialen Freiraum bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und der Innenseite der Einfassung 3075 von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der zylindrischen Außenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und der Innenseite der Einfassung 3075 von etwa 0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 3070 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen.

Der zweite obere Dichtungskopf 3050 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite obere Dichtungskopf 3050 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 3050 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Innenseite des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 umfaßt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 3195 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem oberen Dichtungskopf 3050 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045. Die Dichtungselemente 3195 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Elementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3195 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite obere Dichtungskopf 3050 eine Schulter 3200 zum Tragen bzw. Abstützen des ersten oberen Dichtungskopfs 3030, des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040, des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050, des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und des Aufweitungskonus 3070 auf dem zweiten Dichtungskopf 3055.

Der zweite obere Dichtungskopf 3050 kann mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrerrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 3050 mit dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040 ein oder mehrere Dichtungselemente 3185 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 und dem ersten äußeren Dichtungsdorn 3040. Der zweite obere Dichtungskopf 3050 kann mit dem

zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrerrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite obere Dichtungskopf 3050 mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 ein oder mehrere Dichtungselemente 3205 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060.

Der zweite untere Dichtungskopf 3055 ist mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 und dem Lastdorn 3065 verbunden. Der zweite untere Dichtungskopf 3055 ist außerdem mit der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungsdorn 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3055 und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3055 und der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 3055 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite untere Dichtungskopf 3055 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 3055 aus Edelstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen. Die Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3055 umfaßt bevorzugt ein oder mehrere ringförmige Dichtungselemente 3210 zum Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 und dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060. Die Dichtungselemente 3210 umfassen eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen ringförmigen Dichtungselementen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3210 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 3055 kann mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrerrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 3055 mit dem zweiten inneren Dichtungsdorn

3045 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem unteren Dichtungskopf 3055 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045 ein oder mehrere Dichtungselemente 3215 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 und dem zweiten inneren Dichtungsdorn 3045. Die Dichtungselemente 3215 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3215 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für lange axiale Hübe bereitzustellen.

Der zweite untere Dichtungskopf 3055 kann mit dem Lastdorn 3065 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite untere Dichtungskopf 3055 mit dem Lastdorn 3065 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die mechanische Kupplung zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 und dem Lastdorn 3065 ein oder mehrere Dichtungselemente 3220 zum fluidmäßigen Abdichten der Grenzfläche zwischen dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 und dem Lastdorn 3065. Die Dichtungselemente 3220 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungselementen umfassen, wie etwa beispielsweise O-Ringe, Polypak-Dichtungen oder Metallfeder-betätigte Dichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungselemente 3220 Polypak-Dichtungen, erhältlich von Parker Seals, um in optimaler Weise eine Abdichtung für einen langen axialen Hub bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der zweite untere Dichtungskopf 3055 einen Verengungsdurchlaß 3225, der zwischen die Fluiddurchlässe 3100 und 3105 geschaltet und fluidmäßig mit diesen verbunden ist. Der Verengungsdurchlaß 3225 besitzt bevorzugt verringerte Größe und ist dazu ausgelegt, einen Stopfen 3230 oder eine andere ähnliche Einrichtung aufzunehmen und in Eingriff mit diesen bzw. dieser zu gelangen. Auf diese Weise wird der Fluiddurchlaß 3100 von dem Fluiddurchlaß 3105 fluidmäßig isoliert. Auf diese Weise werden die Druckkammern 3175 und 3190 unter Druck gesetzt. Außerdem setzt die Platzierung des Stopfens 3230 im Verengungsdurchlaß 3275 die Druckkammern 3130 der hydraulischen Gleit- bzw. Schlupfelemente 3025 ebenfalls unter Druck.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 ist mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 und dem Aufweitungskonus 3070 verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 3075 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3050 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her. Der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und der Innenseite der Einfassung 3075 kann beispielsweise von etwa 0,025 bis 0,375 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Außenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und der Innenseite der Einfassung 3075 von etwa

0,025 bis 0,125 Inch, um in optimaler Weise Stabilisierung für den Aufweitungskonus 3070 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3055 kann beispielsweise von etwa 0,0025 bis 0,05 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der radiale Freiraum zwischen der Innenseite des zweiten äußeren Dichtungsdorns 3060 und der Außenseite des zweiten unteren Dichtungskopfs 3055 von etwa 0,005 bis 0,01 Inch, um in optimaler Weise minimalen radialen Freiraum bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 kann mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 mit dem zweiten oberen Dichtungskopf 3050 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden. Der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 kann mit dem Aufweitungskonus 3070 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 mit dem Aufweitungskonus 3070 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste untere Dichtungskopf 3035, der erste innere Dichtungsdorn 3020 und der erste äußere Dichtungsdorn 3040 legen gemeinsam die erste Druckkammer 3175 fest. Der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite untere Dichtungskopf 3055, der zweite innere Dichtungsdorn 3045 und der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 legen gemeinsam die zweite Druckkammer 3190 fest. Die ersten und zweiten Druckkammern 3175 und 3190 sind mit den Durchlässen 3095 und 3100 über einen oder mehrere Durchlässe 3115 und 3120 fluidmäßig verbunden. Während des Betriebs der Vorrichtung 3000 steht der Stopfen 3230 in Eingriff mit dem Verengungsdurchlaß 3225, um den Fluiddurchlaß 3100 von dem Fluiddurchlaß 3105 fluidmäßig zu isolieren. Die Druckkammern 3175 und 3190 werden daraufhin unter Druck gesetzt, wodurch wiederum der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin- und herlaufen. Die axiale Bewegung des Aufweitungsdoms 3070 wiederum weitet die Einfassung 3075 in radialer Richtung auf. Die Verwendung von mehreren Druckkammern 3175 und 3190 vervielfacht in wirksamer Weise die verfügbare Antriebskraft für den Aufweitungskonus 3070.



Der Lastdorn 3065 ist mit dem zweiten unteren Dichtungskopf 3055 verbunden. Der Lastdorn 3065 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und Außenseiten. Der Lastdorn 3065 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Oilfield Country Tubular Goods, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Lastdorn 3065 hergestellt aus Edelstahl, um in optimaler Weise hohe Festigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Oberflächen mit niedriger Reibung bereitzustellen.

Der Lastdorn 3065 kann mit dem unteren Dichtungskopf 3055 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise Epoxid(harz), Zement, Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der untere Lastdorn 3065 mit dem unteren Dichtungskopf 3055 durch eine Standardschraubverbindung lösbar verbunden.

Der Lastdorn 3065 umfaßt bevorzugt einen Fluiddurchlaß 3105, der dazu ausgelegt ist, Fluidmaterialien von dem Fluiddurchlaß 3100 zu dem Bereich außerhalb der Vorrichtung 3000 zu fördern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Fluiddurchlaß 3105 dazu ausgelegt, Fluidmaterialien, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz), Wasser, Bohrschlamm oder Schmiermittel, mit Betriebsdrücken und Durchsätzen zu fördern, die von etwa 0 bis 9.000 psi bzw. 0 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen.

Der Aufweitungskonus 3070 ist mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 verbunden. Der Aufweitungskonus 3070 ist außerdem mit der Innenseite der Einfassung 3075 beweglich verbunden. Auf diese Weise laufen der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 in axialer Richtung hin und her. Das Hin- und Herlaufen des Aufweitungskonus 3070 veranlaßt die Einfassung 3075 dazu, in radialer Richtung aufzuweiten.

Der Aufweitungskonus 3070 umfaßt bevorzugt ein ringförmiges Element mit im wesentlichen zylindrischen Innen- und konischen Außenseiten. Der Außenradius der konischen Außenseite kann beispielsweise von etwa 2 bis 34 Inch reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Außenradius der konischen Außenseite von etwa 3 bis 28 Inch, um in optimaler Weise einen Aufweitungskonus 3070 zum Aufweiten typischer Einfassungen bereitzustellen. Die axiale Länge des Aufweitungskonus 3070 kann beispielsweise vom etwa 2- bis 8-fachen des maximalen Außendurchmessers des Aufweitungskonus 3070 reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die axiale Länge des Aufweitungskonus 3070 von etwa dem 3- bis 5-fachen des maximalen Außendurchmessers des Aufweitungskonus 3070, um in optimaler Weise Stabilisierung und Zentrierung für den Aufweitungskonus 3070 während des Aufweitungsprozesses bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform beträgt der maximale Außendurchmesser des Aufweitungskonus 3070 zwischen etwa 95 bis 99% des Innendurchmessers der existierenden Brunnenbohrung, mit welcher die Einfassung 3075 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Angriffswinkel des Aufweitungskonus 3070 von etwa 5 bis 30°, um in optimaler Weise die Reibungskräfte mit den radialen Aufweitungskräften auszugleichen.

Der Aufweitungskonus 3070 kann aus einer beliebigen

Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Maschinenwerkzeugstahl, Nitridstahl, Titan, Wolframcarbid, Keramik oder ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 3070 aus D2-Maschinenwerkzeugstahl hergestellt, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Außenseite des Aufweitungskonus 3070 eine Härte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und Beständigkeit gegenüber Verschleiß und Galling bereitzustellen.

Der Aufweitungskonus 3070 kann mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen mechanischen Kupplungen verbunden sein, wie etwa beispielsweise einer Bohrohrverbindung, einer speziellen Schraubverbindung von Oilfield Country Tubular Goods, einer Ratschenverriegelungsschraubverbindung oder einer Standardschraubverbindung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Aufweitungskonus 3070 mit dem zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 unter Verwendung einer Standardschraubverbindung verbunden, um in optimaler Weise hohe Festigkeit und problemloses Zerlegen bereitzustellen.

Die Einfassung 3075 ist mit den Gleit- bzw. Schlupfelementen 3025 und dem Aufweitungskonus 3070 verbunden. Die Einfassung 3075 umfaßt bevorzugt ein rohrförmiges Element. Die Einfassung 3075 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise aus geschlitzten Rohren, Oilfield Country Tubular Goods, Kohlenstoffstahl, Weichlegierungsstahl, Edelstahl, oder anderen ähnlich hochfesten Materialien. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Einfassung 3075 hergestellt aus Oilfield Country Tubular Goods, erhältlich von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken, um in optimaler Weise hohe Festigkeit bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende 3235 der Einfassung 3075 einen dünnwandigen Abschnitt 3240 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 3245. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 3240 etwa 50 bis 100% der regulären Wanddicke der Einfassung 3075. Auf diese Weise kann das obere Ende 3235 der Einfassung 3075 problemlos aufgeweitet und in innigen Kontakt mit dem unteren Ende des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung verformt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende des existierenden Einfassungsabschnitts einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts 3240 der Einfassung 3075 in den dünnwandigen Abschnitt der existierenden Brunnenbohrungseinfassung zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser.

Das ringförmige Dichtungselement 3245 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das ringförmige Dichtungselement 3245 aus StrataLock-Epoxid(harz) hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit bzw. Komprimierbarkeit und Verschleißfestigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des ringförmigen Dichtungselements 3245 reicht bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 3075 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Auf diese Weise stellt

das ringförmige Dichtungselement 3245 nach der radialen Aufweitung in optimaler Weise eine Fluidichtung bereit und außerdem in optimaler Weise ausreichende Reibungskraft mit der Innenseite des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung während der radialen Aufweitung der Einfassung 3075 bereit, um die Einfassung 3075 zu tragen bzw. abzustützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das untere Ende 3250 der Einfassung 3075 einen dünnwandigen Abschnitt 3255 und ein äußeres ringförmiges Dichtungselement 3206. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts 3255 etwa 50 bis 100% der regulären Wanddicke der Einfassung 3075. Auf diese Weise kann das untere Ende 3250 der Einfassung 3075 problemlos aufgeweitet und verformt werden. Auf diese Weise kann außerdem ein anderer Einfassungsabschnitt problemlos mit dem unteren Ende 3250 der Einfassung 3075 unter Verwendung eines radialen Aufweitungsprozesses verbunden bzw. vereinigt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das obere Ende des anderen Einfassungsabschnitts einen dünnwandigen Abschnitt. Auf diese Weise führt die radiale Aufweitung des dünnwandigen Abschnitts des oberen Endes der Einfassung in den dünnwandigen Abschnitt 3255 des unteren Endes 3250 der Einfassung 3075 zu einer Brunnenbohrungseinfassung mit im wesentlichen konstanten Innendurchmesser.

Das obere ringförmige Dichtungselement 3245 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das obere ringförmige Dichtungselement 3245 hergestellt aus StrataLock-Epoxid(harz), um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit bzw. Komprimierbarkeit und Verschleißfestigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des oberen ringförmigen Dichtungselements 3245 beträgt bevorzugt von etwa 70 bis 90% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 3055 vereinigt bzw. verbunden werden soll. Auf diese Weise stellt das obere ringförmige Dichtungselement 3245 nach radialer Aufweitung eine Fluidichtung und außerdem eine ausreichende Reibungskraft mit der Innenwand der Brunnenbohrung während des radialen Aufweitungsprozesses für die Einfassung 3075 bereit, um die Einfassung 3075 zu tragen bzw. abzustützen.

Das untere ringförmige Dichtungselement 3260 kann aus einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien hergestellt sein, wie etwa beispielsweise Epoxid(harz), Gummi, Metall oder Kunststoff. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das untere ringförmige Dichtungselement 3260 aus StrataLock-Epoxid(harz) hergestellt, um in optimaler Weise Zusammendrückbarkeit und Verschleißbeständigkeit bereitzustellen. Der Außendurchmesser des unteren ringförmigen Dichtungselements 3260 beträgt bevorzugt von etwa 70 bis 95% des Innendurchmessers des unteren Abschnitts der existierenden Brunnenbohrungseinfassung, mit welcher die Einfassung 3075 verbunden bzw. vereinigt werden soll. Auf diese Weise stellt das untere ringförmige Dichtungselement 3260 eine Fluidichtung bereit und außerdem ausreichende Reibungskraft mit der Innenwand der Brunnenbohrung während der radialen Aufweitung der Einfassung 3075 bereit, um die Einfassung 3075 zu tragen.

Während des Betriebs wird die Vorrichtung 3000 in einer Brunnenbohrung positioniert, wobei das obere Ende 3235 der Einfassung 3075 in überlappender Beziehung mit dem unteren Ende der existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert wird. Bei dieser speziell bevorzugten Ausführungsform ist der dünnwandige Abschnitt 3240 der Einfassung 3075 in gegenüberliegender überlappender Beziehung mit dem dünnwandigen Abschnitt und dem äußeren ringförmigen Dichtungselement des unteren Endes des existierenden Abschnitts der Brunnenbohrungseinfassung positioniert.

Auf diese Weise drückt das radiale Aufweiten der Einfassung 3075 die dünnwandigen Abschnitte und die ringförmigen zusammendrückbaren Elemente des oberen Endes 3235 der Einfassung 3075 und des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung in innigen Kontakt zusammen. Während der Positionieren der Vorrichtung 3000 in der Brunnenbohrung ist die Einfassung 3000 bevorzugt durch den Aufweitungskonus 3070 getragen.

Nach Positionierung der Vorrichtung 3000 wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 3080 gepumpt. Das erste Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie etwa beispielsweise Bohrschlamm, Wasser, Epoxid(harz), Zement, Schlackengemisch oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste Fluidmaterial ein aushärtbares Fluidichtungsmaterial, wie etwa beispielsweise Zement, Epoxid(harz) oder Schlackengemisch, um in optimaler Weise einen aushärtbaren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 3075 herum bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial kann in den Fluiddurchlaß 3080 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das erste Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 3080 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 1.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das erste Fluidmaterial, welche in den Fluiddurchlaß 3080 gepumpt wird, durchsetzt die Fluiddurchlässe 3085, 3090, 3095, 3100 und 3105 und gelangt daraufhin zur Außenseite der Vorrichtung 3000. Das erste Fluidmaterial füllt daraufhin bevorzugt den ringförmigen Bereich zwischen der Außenseite der Vorrichtung 3000 und den Innenwänden der Brunnenbohrung.

Der Stopfen 3230 wird daraufhin in den Fluiddurchlaß 3080 eingeführt. Der Stopfen 3230 gelangt zum Sitz in dem Verengungsdurchlaß 3235 und isoliert den Fluiddurchlaß 3100 fluidmäßig und versperrt ihn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mehrere Volumina nicht-aushärtbares Fluidmaterial daraufhin in den Fluiddurchlaß 3080 gepumpt, um jegliches aushärtbares Fluidmaterial zu entfernen, welches darin enthalten ist, und um sicherzustellen, daß keiner der Fluiddurchlässe blockiert ist.

Daraufhin wird ein zweites Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 3080 gepumpt. Das zweite Fluidmaterial kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Materialien umfassen, wie beispielsweise Wasser, Bohrgase, Bohrschlamm oder Schmiermittel. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das zweite Fluidmaterial ein nicht-aushärtbares Fluidmaterial, wie etwa beispielsweise Wasser, Bohrschlamm, Bohrgase oder Schmiermittel, um in optimaler Weise das Unterdrucksetzen der Druckkammern 3175 und 3190 bereitzustellen.

Das zweite Fluidmaterial kann in die Fluiddurchlässe 3080 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt werden, die beispielsweise von etwa 0 bis 4.500 psi bzw. 0 bis 4.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite Fluidmaterial in den Fluiddurchlaß 3080 mit Betriebsdrücken und Durchsätzen gepumpt, die von etwa 0 bis 3.500 psi bzw. 0 bis 1.200 Gallonen/Minute reichen, um in optimaler Weise betriebsmäßige Effizienz bereitzustellen.

Das in den Fluiddurchlaß 3080 gepumpte zweite Fluidmaterial durchsetzt die Fluiddurchlässe 3085, 3090, 3095, 3100 und gelangt in die Druckkammern 3130 der Gleit- bzw. Schlupfelemente 3025 und in die Druckkammern 3175 und 3190. Fortgesetztes Pumpen des zweiten Fluidmaterials setzt die Druckkammern 3130, 3175 und 3190 unter Druck.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern 3130 veranlaßt die hydraulischen Gleitelemente 4140 dazu, in radialer Richtung aufzuweiten und die Innenseite der Einfassung 3075 zu ergreifen bzw. an diesen anzuliegen. Die Einfassung 3075 wird dadurch in im wesentlichen stationärer Position bevorzugt gehalten.

Das Unterdrucksetzen der Druckkammern 3175 und 3190 veranlaßt den ersten oberen Dichtungskopf 3030, den ersten äußeren Dichtungsdorn 3040, den zweiten oberen Dichtungskopf 3050, den zweiten äußeren Dichtungsdorn 3060 und den Aufweitungskonus 3070 dazu, sich in radialer Richtung relativ zur Einfassung 3075 zu bewegen. Auf diese Weise veranlaßt der Aufweitungskonus 3070 die Einfassung 3075, in radialer Richtung aufzuweiten, beginnend mit dem unteren Ende 3250 der Einfassung 3075.

Während des radialen Aufweitungsprozesses wird die Einfassung 3075 daran gehindert, sich in Aufwärtsrichtung zu bewegen, und zwar durch die Gleitelemente 3025. Daraufhin wird eine Länge der Einfassung 3075 in radialer Richtung durch das Unterdrucksetzen der Druckkammern 3175 und 3190 aufgeweitet. Die Länge der Einfassung 3075, die während des Aufweitungsprozesses aufgeweitet wird, ist proportional zur Hublänge des ersten Oberen Dichtungskopfs 3030, des ersten äußeren Dichtungsdorns 3040, des zweiten oberen Dichtungskopfs 3050 und des Aufweitungskonus 3070.

Bei Beendigung eines Hubs wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials verringert, und der erste obere Dichtungskopf 3030, der erste äußere Dichtungsdorn 3040, der zweite obere Dichtungskopf 3050, der zweite äußere Dichtungsdorn 3060 und der Aufweitungskonus 3070 fallen aus ihren Ruhepositionen mit der Einfassung 3075, getragen durch den Aufweitungskonus 3070 herunter. Die Verringerung des Betriebsdrucks des zweiten Fluidmaterials veranlaßt außerdem die Vorspannfeder 3135 der Gleitelemente 3025 dazu, die Gleitelemente 3140 von den Innenwandungen der Einfassung 3075 wegzuziehen bzw. abzurücken.

Die Position des Bohrrohrs 3075 ist bevorzugt während des gesamten radialen Aufweitungsprozesses einer Einstellung unterworfen, um die überlappende Beziehung zwischen den dünnwandigen Abschnitten des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung und des oberen Endes der Einfassung 3235 aufrechtzuerhalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Hubbewegung des Aufweitungskonus 3070 daraufhin, falls erforderlich, wiederholt, bis der dünnwandige Abschnitt 3240 des oberen Endes 3235 der Einfassung 3075 in den dünnwandigen Abschnitt des unteren Endes der existierenden Brunnenbohrungseinfassung aufgeweitet ist. Auf diese Weise wird eine Brunnenbohrungseinfassung gebildet, umfassend zwei benachbarte Einfassungsabschnitte mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser. Dieser Prozeß kann daraufhin für die gesamte Brunnenbohrung wiederholt werden, um eine Brunnenbohrungseinfassung einer Länge von mehreren tausend Fuß mit im wesentlichen konstantem Innendurchmesser bereitzustellen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Gleitelemente 3075 während des abschließenden Hubs des Aufweitungskonus 3070 so nahe wie möglich an dem dünnwandigen Abschnitt 3240 des oberen Endes 3235 der Einfassung 3075 positioniert, um ein Verrutschen zwischen der Einfassung 3075 und der existierenden Brunnenbohrungs-

einfassung am Ende des radialen Aufweitungsprozesses zu minimieren. Alternativ oder zusätzlich ist der Außendurchmesser des oberen ringförmigen Dichtungselements 3245 gewählt, ausreichenden Grenzflächensitz bzw. Eingriffsitz mit dem Innendurchmesser des unteren Endes der existierenden Einfassung sicherzustellen, um eine axiale Verschiebung der Einfassung 3075 während des abschließenden Hubs zu verhindern. Alternativ oder zusätzlich ist der Außendurchmesser des unteren ringförmigen Dichtungselements 3260 gewählt, einen Grenzflächensitz bzw. Eingriffsitz mit den Innenwandungen der Brunnenbohrung zu einem früheren Zeitpunkt bei einem radialen Aufweitungsprozeß bereitzustellen, um eine axiale Verschiebung der Einfassung 3075 zu verhindern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dieser abschließenden Alternative ist der Grenzflächensitz bevorzugt gewählt, um ein Aufweiten der Einfassung 3075 durch Ziehen des Aufweitungskonus 3070 aus der Brunnenbohrung heraus zu ermöglichen, ohne daß die Druckkammern 3175 und 3190 unter Druck gesetzt werden müssen.

Während des radialen Aufweitungsprozesses sind die unter Druck gesetzten Bereiche der Vorrichtung 3000 bevorzugt begrenzt auf die Fluiddurchlässe 3080, 3085, 3090, 3095, 3100, 3110, 3115, 3120, die Druckkammern 3130 in den Gleitelementen 3025 und die Druckkammern 3175 und 3190. Kein Fluiddruck wirkt direkt auf die Einfassung 3075. Dies erlaubt den Einsatz von höheren Betriebsdrücken als denjenigen, welchen die Einfassung 3075 normalerweise widerstehen könnte.

Sobald die Einfassung 3075 vollständig von dem Aufweitungskonus 3070 weggepreßt wurde, werden die verbleibenden Abschnitte der Vorrichtung 3000 aus der Brunnenbohrung entfernt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den verformten dünnwandigen Abschnitten und den zusammendrückbaren ringförmigen Elementen des unteren Endes der existierenden Einfassung und des oberen Endes 3235 der Einfassung 3075 von etwa 400 bis 10.000 psi, um die Einfassung 3075 unter Verwendung der existierenden Brunnenbohrungseinfassung optimal zu tragen bzw. abzustützen.

Auf diese Weise wird die Einfassung 3075 in Kontakt mit einem existierenden Einfassungsabschnitt dadurch radial aufgeweitet, daß die inneren Fluiddurchlässe 3080, 3085, 3090, 3095, 3100, 3110, 3115 und 3120, die Druckkammern 3130 der Gleitelemente 3025 und die Druckkammern 3175 und 3190 der Vorrichtung 3000 unter Druck gesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform und falls erforderlich bzw. gegebenenfalls wird der ringförmige Körper aus ausgehärtetem Fluidmaterial aushärten gelassen, um einen starren äußeren ringförmigen Körper um die aufgeweitete Einfassung 3075 zu bilden. In dem Fall, daß die Einfassung 3075 geschlitzt ist, durchsetzt das ausgehärtete Fluidmaterial bevorzugt die aufgeweitete Einfassung 3075 und umschließt diese. Der resultierende neue Abschnitt der Brunnenbohrungseinfassung umfaßt die aufgeweitete Einfassung 3075 und den starren äußeren ringförmigen Körper. Die Überlappingsverbindung zwischen der bereits existierenden Brunnenbohrungseinfassung und der aufgeweiteten Einfassung 3075 umfaßt die verformten dünnwandigen Abschnitte und die zusammendrückbaren äußeren ringförmigen Körper. Der Innendurchmesser der resultierenden kombinierten Brunnenbohrungseinfassungen ist im wesentlichen konstant. Auf diese Weise ist eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser gebildet. Der Prozeß zum Aufweiten überlappender rohrförmiger Elemente mit dünnwandigen Endabschnitten mit dem zusammendrückbaren ringförmigen Körper in Kontakt mit diesen kann für die gesamte Länge einer Brunnenbohrung

wiederholt werden. Auf diese Weise kann eine Brunnenbohrungseinfassung mit durchgehend gleichem Durchmesser für tausende Fuß in einer unterirdischen Formation bereitgestellt werden.

Wenn der Aufweitungskonus 3070 sich dem oberen Ende 3235 der Einfassung 3075 nähert, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der betriebsmäßige Durchsatz des zweiten fluidmäßigen Materials verringert, um den Stoß auf die Vorrichtung 3000 zu verringern. Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 3000 Stoßabsorber zum Absorbieren des Stosses, der durch die Beendigung der radialen Aufweitung der Einfassung 3075 erzeugt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der verringerte Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials von etwa 100 bis 1.000 psi, wenn der Aufweitungskonus 3070 sich dem Ende der Einfassung 3075 nähert, um in optimaler Weise eine verringerte axiale Bewegung und Geschwindigkeit des Aufweitungskonus 3070 bereitzustellen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Betriebsdruck des zweiten Fluidmaterials während des Rückföhrhubs der Vorrichtung 3000 auf einen Bereich von etwa 0 bis 500 psi verringert, um den Widerstand gegenüber der Bewegung des Aufweitungskonus 3070 während des Rückföhrhubs zu minimieren. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Hublänge der Vorrichtung 3000 von etwa 10 bis 45 Fuß, um in optimaler Weise eine Anlage bereitzustellen, die problemlos durch eine typische Ölbohrgerätschaft gehandhabt werden kann, und um außerdem die Frequenz zu minimieren, mit welcher die Vorrichtung 3000 wiederum in Hubbewegung versetzt werden muß.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfaßt zumindest ein Teil von einem oder beiden der oberen Dichtungsköpfe 3030 und 3050 einen Aufweitungskonus zum radialen Aufweiten der Einfassung 3075 während des Betriebs bzw. der Betätigung der Vorrichtung 3000, um die Oberfläche der Einfassung 3075 zu vergrößern, auf welche während des radialen Aufweitungsprozesses eingewirkt wird. Auf diese Weise können die Betriebsdrücke verringert werden.

Alternativ kann die Vorrichtung 3000 verwendet werden, um einen ersten Rohrleitungsabschnitt mit einem existierenden Rohrleitungsabschnitt zu verbinden bzw. zu vereinigen. Alternativ kann die Vorrichtung 3000 verwendet werden, um das Innere der Brunnenbohrung mit einer Einfassung ohne Verwendung einer äußeren ringförmigen Schicht aus einem aushärtbaren Material direkt auszukleiden. Alternativ kann die Vorrichtung 3000 verwendet werden, um ein rohrförmiges Tragelement in einem Loch aufzuweiten.

Unter bezug auf Fig. 21 wird nunmehr eine Vorrichtung 3330 zum Isolieren bzw. Trennen unterirdischer Zonen erläutert. Eine Brunnenbohrung 3305 mit einer Einfassung 3310 wird in einer unterirdischen Formation 3315 positioniert. Die unterirdische Formation 3315 umfaßt eine Anzahl von Produktionszonen und nicht produktiven Zonen, einschließlich einer Wasserzone 3320 und einer angezielten Öl/Sand-Zone 3325. Während der Exploration der unterirdischen Formation 3315 kann die Brunnenbohrung 3305 in an sich bekannter Weise ausgeweitet werden bzw. vorgetrieben werden, um die verschiedenen Produktionszonen und nicht produktiven Zonen einschließlich der Wasserzone 3320 und der angezielten Öl/Sand-Zone 3325 zu queren.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist, um die Wasserzone 3320 von der angezielten Öl/Sand-Zone 3325 fluidmäßig zu isolieren, eine Vorrichtung 3330 vorgesehen, welche einen oder mehrere Abschnitte aus einer massiven Einfassung 3335, eine oder mehrere externe Dichtungen 3340, eine oder mehrere Abschnitte aus einer geschlitzten Einfassung 3345, einen oder mehrere Zwischenabschnitte

aus einer massiven Einfassung 3350 und einen massiven Schuh umfaßt.

Die massive Einfassung 3335 kann eine Fluidleitung bzw. ein Fluidkanal bereitstellen, die bzw. der Fluide und andere Materialien von einem Ende der massiven Einfassung 3335 zum anderen Ende der massiven Einfassung überträgt. Die massive Einfassung 3335 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Abschnitten einer massiven rohrförmigen Einfassung umfassen, wie beispielsweise Ölfeldrohre, die aus Chromstahl oder Glasfasern hergestellt sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die massive Einfassung 3335 Ölfeldrohre, der erhältlich sind von verschiedenen ausländischen und inländischen Stahlwerken.

Die massive Einfassung 3335 ist bzw. wird bevorzugt mit der Einfassung 3310 verbunden. Die massive Einfassung 3335 kann mit der Einfassung 3310 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise Schweißen, durch geschlitzte und aufweitbare Verbinder oder durch aufweitbare massive Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die massive Einfassung 3335 mit der Einfassung 3310 unter Verwendung aufweiterbarer massiver Verbinder verbunden. Die massive Einfassung 3335 kann mehrere derartige massive Einfassungen 3335 umfassen.

Die massive Einfassung 3335 ist bevorzugt mit einer oder mehreren der geschlitzten Einfassungen 3345 verbunden. Die massive Einfassung 3335 kann mit der geschlitzten Einfassung 3345 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell zugänglichen Prozessen verbunden werden, beispielsweise durch Schweißen oder geschlitzte und aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die massive Einfassung 3335 mit der geschlitzten Einfassung 3345 durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Einfassung 3335 ein oder mehrere Ventilelemente 3360 zum Steuern des Durchsatzes von Fluiden sowie weitere Materialien im inneren Bereich der Einfassung 3335. Gemäß einer alternativen Ausführungsform können während der Produktionsbetriebsart ein internes Rohrgestänge mit verschiedenen Anordnungen von Dichtungsstücken, perforiertem Rohrwerk, Gleitbuchsen und Ventilen innerhalb der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Verbinden und Isolieren von unterirdischen Zonen miteinander bzw. voneinander verwendet werden, während ein Fluidpfad zu der Oberfläche bereitgestellt wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Einfassung 3335 in das Bohrloch 3305 durch Aufweiten der Einfassung 3335 in radialer Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Brunnenbohrung 3305 plazierte. Die Einfassung 3335 kann in radialer Richtung unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Methoden aufgeweitet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Einfassung 3335 in radialer Richtung unter Verwendung von einem oder mehreren Prozessen und Vorrichtungen aufgeweitet, die vorliegend erläutert sind.

Die Dichtungen 3340 verhindern den Hindurchtritt von Fluiden und anderen Materialien in den ringförmigen Bereich 3365 zwischen den massiven Einfassungen 3335 und 3350 und der Brunnenbohrung 3305. Die Dichtungen 3340 können eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Dichtungsmaterialien umfassen, die zum Abdichten einer Einfassung in einer Brunnenbohrung geeignet sind, wie beispielsweise Blei, Gummi oder Epoxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Dichtungen 3340 StrataLock-Epoxid(harz)-

Material, erhältlich von Halliburton Energy Services.

Die geschlitzte Einfassung 3345 erlaubt es, daß Fluide und andere Materialien in das Innere der geschlitzten Einfassung 3345 und aus diesem heraus ausgehend von dem ringförmigen Bereich 3365 und zu diesem gelangen. Auf diese Weise können Öl und Gas von einer unterirdischen Produktionszone innerhalb einer unterirdischen Formation erzeugt werden. Die geschlitzte Einfassung 3345 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen geschlitzten rohrförmigen Einfassungsabschnitten umfassen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die geschlitzte Einfassung 3345 eine aufweitbare geschlitzte rohrförmige Einfassung, erhältlich von Petrolin in Aberdeen, Schottland. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die geschlitzte Einfassung 3345 eine aufweitbare geschlitzte rohrförmige Sandsiebeeinfassung, erhältlich von Petrolin in Aberdeen, Schottland.

Die geschlitzte Einfassung 3345 wird bevorzugt mit einer oder mehreren massiven Einfassungen 3335 verbunden. Die geschlitzte Einfassung 3345 kann mit der massiven Einfassung 3335 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Prozessen verbunden werden, wie etwa beispielsweise durch Schweißen oder durch geschlitzte oder massive aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die geschlitzte Einfassung 3345 mit der massiven Einfassung 3335 durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Die geschlitzte Einfassung 3345 wird bevorzugt mit einer oder mehreren massiven Zwischeneinfassungen 3350 verbunden. Die geschlitzte Einfassung 3345 kann mit der massiven Zwischeneinfassung 3350 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Prozessen verbunden werden, wie beispielsweise durch Schweißen oder durch aufweitbare massive oder geschlitzte Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die geschlitzte Einfassung 3345 mit der massiven Zwischeneinfassung 3350 durch aufweitbare massive Verbinder verbunden.

Der letzte Abschnitt der geschlitzten Einfassung 3345 ist bevorzugt mit dem Schuh 3355 verbunden. Die letzte geschlitzte Einfassung 3345 kann mit dem Schuh 3355 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Prozessen verbunden werden, wie beispielsweise durch Schweißen oder durch aufweitbare massive oder geschlitzte Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die letzte geschlitzte Einfassung 3345 mit dem Schuh 3355 durch einen aufweitbaren massiven Verbinder verbunden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform wird der Schuh 3355 direkt mit der letzten der massiven Zwischeneinfassungen 3350 verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die geschlitzten Einfassungen 3345 in der Brunnenbohrung 3305 durch Aufweiten der geschlitzten Einfassungen 3345 in radialer Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Brunnenbohrung 3305 positioniert. Die geschlitzten Einfassungen 3345 können in radialer Richtung unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Prozessen aufgeweitet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die geschlitzten Einfassungen 3345 in radialer Richtung unter Verwendung von einem oder mehreren Prozessen und einen oder mehreren Vorrichtungen aufgeweitet, die vorliegend unter Bezug auf Fig. 14a-20 offenbart sind.

Die massive Zwischeneinfassung 3350 erlaubt es, Fluide und andere Materialien zwischen benachbarten geschlitzten Einfassungen 3345 zu transportieren. Die massive Zwischeneinfassung 3350 kann eine beliebige Anzahl von her-

kömmlichen, kommerziell erhältlichen massiven rohrförmigen Einfassungsabschnitten umfassen, wie beispielsweise Ölfeldrohre bzw. Ölfeldrohrwerk, hergestellt aus Chromstahl oder Glasfasern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die massive Zwischeneinfassung 3350 Ölfeldrohrwerk, erhältlich von ausländischen und inländischen Stahlwerken.

Die massive Zwischeneinfassung 3350 ist bevorzugt mit einem oder mehreren Abschnitten der geschlitzten Einfassung 3345 verbunden. Die massive Zwischeneinfassung 3350 kann mit der geschlitzten Einfassung 3345 unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Prozessen verbunden sein, beispielsweise durch Schweißen oder durch massive oder geschlitzte aufweitbare Verbinder. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die massive Zwischeneinfassung 3350 mit der geschlitzten Einfassung 3345 durch aufweitbare massive Verbinder verbunden. Die massive Zwischeneinfassung 3350 kann mehrere derartige massive Zwischeneinfassungen 3350 umfassen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt jede massive Zwischeneinfassung 3350 ein oder mehrere Ventilelemente 3370 zum Steuern des Durchsatzes von Fluiden sowie andere Materialien in den inneren Bereich der Zwischeneinfassung 3350. Gemäß einer alternativen Ausführungsform und wie sich dem Fachmann auf diesem Gebiet der Technik erschließt, sowie zugunsten der vorliegenden Offenbarung kann während der Produktionsbetriebsart ein internes rohrförmiges Gestänge mit verschiedenen Anordnungen von Dichtungsstücken, perforiertem Rohrwerk, geschlitzten Buchsen und Ventilen in der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Vermengen und Isolieren unterirdischer Zonen von- oder miteinander bereitzustellen, während ein Fluidpfad zur Oberfläche bereitgestellt wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die Zwischeneinfassung 3350 in die Brunnenbohrung 3305 durch Aufweiten der Zwischeneinfassung 3350 in radialer Richtung in innigen Kontakt mit den Innenwänden der Brunnenbohrung 3305 plziert. Die Zwischeneinfassung 3350 kann in radialer Richtung unter Verwendung einer beliebigen Anzahl von herkömmlichen, kommerziell verfügbaren Methoden aufgeweitet werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann eine oder können mehrere der massiven Zwischeneinfassungen 3350 weggelassen sein. Gemäß einer alternativen bevorzugten Ausführungsform sind eine oder mehrere der geschlitzten Einfassungen 3345 mit einer oder mehreren Dichtungen 3340 versehen.

Der Schuh 3355 stellt ein Tragelement für die Vorrichtung 3330 bereit. Auf diese Weise können verschiedene Produktions- und Explorationswerkzeuge durch den Schuh 3350 getragen werden. Der Schuh 3350 kann eine beliebige Anzahl von herkömmlichen, kommerziell erhältlichen Schuhen umfassen, die zur Verwendung in einer Brunnenbohrung geeignet sind, wie beispielsweise ein mit Zement gefüllter Schuh oder ein Aluminium- oder Verbundstoffschuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schuh 3350 einen Aluminiumschuh, der von Halliburton erhältlich ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schuh 3355 gewählt, um einen ausreichenden Druck- und Zugfestigkeit bereitzustellen, um die Verwendung von Produktions- und Explorationswerkzeugen mit hoher Kapazität zu ermöglichen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung 3330 mehrere massive Einfassungen 3335, mehrere Dichtungen 3340, mehrere geschlitzte Einfassungen 3345, mehrere massive Zwischeneinfassungen

3350 und einen Schuh 3355. Die Vorrichtung 3330 kann allgemeiner eine oder mehrere massive Einfassungen 3335 umfassen, von denen jede eine oder mehrere Ventilelemente 3360, n geschlitzte Einfassungen 3345, n-1 massive Zwischeneinfassungen 3350, jeweils mit einem oder mehreren Ventilelementen 3370 und einen Schuh 3355 umfassen kann.

Während des Betriebs der Vorrichtung 3330 können Öl und Gas in gesteuerter Weise aus der angezielten Öl/Sand-Zone 3325 unter Verwendung der geschlitzten Einfassung 3345 produziert werden. Das Öl und Gas können daraufhin zu einer Oberflächenstelle unter Verwendung einer massiven Einfassung 3335 transportiert werden. Die Verwendung von massiven Zwischeneinfassungen 3350 mit Ventilelementen 3370 erlaubt es, daß isolierte Abschnitte der Zone 3325 für die Produktion selektiv isoliert werden. Die Dichtungen 3340 erlauben es, daß die Zone 3325 von der Zone 3320 fluidmäßig isoliert wird. Die Dichtungen 3340 erlauben außerdem, daß isolierte Abschnitte der Zone 3325 voneinander fluidmäßig isoliert werden. Auf diese Weise erlaubt die Vorrichtung 3350 das fluidmäßige Isolieren unerwünschter und/oder nicht-produktiver unterirdischer Zonen.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform und wie sich für den Fachmann auf diesem Gebiet der Technik zugunsten der vorliegenden Offenbarung ohne weiteres erschließt, kann während der Produktionsbetriebsart ein internes rohrförmiges Gestänge mit verschiedenen Anordnungen von Dichtungsstücken, perforiertem Rohrwerk, Gleitbuchsen und Ventilen in der Vorrichtung verwendet werden, um verschiedene Optionen zum Verbinden und Isolieren von unterirdischen Zonen von- bzw. miteinander bereitzustellen, während ein Fluidpfad zur Oberfläche bereitgestellt wird.

Ein Verfahren zur Erzeugung einer Einfassung in einem Bohrloch, welches in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, ist erläutert worden, und sie umfaßt das Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch. Ein Fluidmaterialkörper wird daraufhin in das Bohrloch eingespritzt. Die rohrförmige Auskleidung wird daraufhin radial aufgeweitet, indem die Auskleidung von dem Dorn weggepreßt wird. Das Einspritzen umfaßt bevorzugt das Einspritzen eines aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und dem Äußeren der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist, und eines nicht aushärtbaren Fluidmaterials in einen inneren Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das fluidmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich vor Einspritzen der zweiten Menge des nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den inneren Bereich. Das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials ist bevorzugt vorgesehen bei Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials ist bevorzugt vorgesehen mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials wird bevorzugt bereitgestellt bei verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts des Aufweitvorgangs. Das nicht aushärtbare Fluidmaterial wird bevorzugt unter dem Dorn eingespritzt. Das Verfahren umfaßt das Unterdrucksetzen eines Bereichs der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn. Der Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn wird bevorzugt unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung von äußeren Bereich der rohrförmigen Auskleidung. Das Verfahren umfaßt das Aushärten

des aushärtbaren Dichtungsmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Dichtungsmaterials, welches in der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Bewirken einer Überlappung der rohrförmigen Auskleidung mit der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung mit der existierenden Brunnenbohrungsauskleidung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Das Verfahren umfaßt außerdem das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in der rohrförmigen Auskleidung vor dem Aushärten. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Das Verfahren umfaßt außerdem das Absorbieren von Stößen. Das Verfahren umfaßt außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung des Aufweitvorgangs.

Eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Einfassung in einem Bohrloch, das in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, ist vorstehend erläutert worden und umfaßt ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden und umfaßt einen zweiten Fluiddurchlaß. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden und umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß. Die ersten, zweiten und dritten Fluiddurchlässe sind betriebsmäßig verbunden. Das Tragelement umfaßt bevorzugt einen Druckfreigabedurchlaß und ein Durchsatzsteuerventil, welches mit dem ersten Fluiddurchlaß und dem Druckfreigabedurchlaß verbunden ist. Das Tragelement umfaßt bevorzugt einen Stoßabsorber. Das Tragelement umfaßt bevorzugt ein oder mehrere Dichtungselemente, die dazu ausgelegt sind, zu verhindern, daß Fremdmaterial in den inneren Bereich des rohrförmigen Elements eindringt. Der Dorn ist bevorzugt aufweitbar. Das rohrförmige Element ist bevorzugt hergestellt aus Materialien, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die besteht aus Oilfield Country Tubular Goods, Chrom-13-Stahlrohr/Einfassungswerk und Kunststoffeinfassungsrohrwerk. Das rohrförmige Element weist bevorzugt Innen- und Außendurchmesser auf, die von etwa 3 bis 15,5 Inch bzw. 3,5 bis 16 Inch reichen. Das rohrförmige Element weist bevorzugt einen plastischen Dehnpunkt auf, der von etwa 40.000 bis 135.000 psi verläuft. Das rohrförmige Element umfaßt bevorzugt ein oder mehrere Dichtelemente an einem Endabschnitt. Das rohrförmige Element umfaßt bevorzugt ein oder mehrere Druckfreigabelöcher an einem Endabschnitt. Das rohrförmige Element umfaßt bevorzugt ein Einfangelement an einem Endabschnitt zum Abbremsen des Dorns. Der Schuh umfaßt bevorzugt eine Einlaßöffnung, die mit dem dritten Fluiddurchlaß verbunden ist, wobei die Einlaßöffnung dazu ausgelegt ist, einen Stopfen zum Versperren der Einlaßöffnung aufzunehmen. Der Schuh ist bevorzugt (auf)bohrbar.

Ein Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, ist erläutert worden und umfaßt das Positionieren des Dorns in einem inneren Bereich eines zweiten rohrförmigen Elements, das Positionieren der ersten und



zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung, das Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements und das Pressen des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element. Das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird bevorzugt bewerkstelligt bei Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements wird bevorzugt bewerkstelligt bei verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Teils des Wegpreß- bzw. Aufweitungsvorgangs. Das Verfahren umfaßt bevorzugt das Abdichten der Überlappung zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Das Verfahren umfaßt außerdem das Abstützen des aufgeweiteten ersten rohrförmigen Elements unter Verwendung der Überlappung mit dem zweiten rohrförmigen Element. Das Verfahren umfaßt außerdem bevorzugt das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Ferner umfaßt das Verfahren bevorzugt das Absorbieren von Stößen.

Eine Auskleidung zur Verwendung bei der Erzeugung eines neuen Abschnitts einer Brunnenbohrungseinfassung in einer unterirdischen Formation benachbart zu einem bereits existierenden Abschnitt einer Brunnenbohrungseinfassung ist erläutert worden und umfaßt ein ringförmiges Element. Das ringförmige Element umfaßt ein oder mehrere Dichtungselemente an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements und einen oder mehrere Druckfreigabedurchlässe an einem Endabschnitt des ringförmigen Elements.

Eine Brunnenbohrungseinfassung ist erläutert worden, welche eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus gehärtetem Fluidichtungsmaterial umfaßt. Die rohrförmige Auskleidung ist gebildet durch einen Prozeß zum Pressen der rohrförmigen Auskleidung weg von einem Dorn. Die rohrförmige Auskleidung ist bevorzugt gebildet durch den Prozeß, die rohrförmige Auskleidung und den Dorn in der Brunnenbohrung anzuordnen und einen inneren Teil der rohrförmigen Auskleidung unter Druck zu setzen. Der ringförmige Körper aus dem ausgehärteten Fluidichtungsmaterial ist bevorzugt gebildet durch den Prozeß, einen Körper aus aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich außerhalb der rohrförmigen Auskleidung einzuspritzen. Während des Unterdrucksetzens ist der innere Bereich der rohrförmigen Auskleidung bevorzugt fluidmäßig isoliert von einem äußeren Teil der rohrförmigen Auskleidung. Der innere Teil der rohrförmigen Auskleidung ist bevorzugt unter Druck gesetzt auf Drücke, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Die rohrförmige Auskleidung überlappt bevorzugt eine existierende Brunnenbohrungseinfassung. Die Brunnenbohrungseinfassung umfaßt bevorzugt eine Dichtung, die in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert ist. Die rohrförmige Auskleidung ist bevorzugt abgestützt durch die Überlappung mit der existierenden Brunnenbohrungseinfassung.

Ein Verfahren zum Reparieren eines existierenden Abschnitts einer Brunnenbohrungseinfassung in einem Bohrloch ist erläutert worden und umfaßt das Installieren einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in einer Brunnenbohrungseinfassung, das Einspritzen eines Körpers aus einem Fluidmaterial in das Bohrloch, das Unterdrucksetzen eines Teils eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung und das radiale Aufweiten der Auskleidung in dem Bohrloch durch Pressen der Auskleidung weg von dem Dorn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Fluidmaterial gewählt aus der Gruppe, die besteht aus Schlackengemisch, Zement, Bohrschlamm und Ep-

oxid(harz). Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs der rohrförmigen Auskleidung von einem äußeren Bereich der rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des Fluidmaterialkörpers bewerkstelligt mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des Fluidmaterialkörpers bewerkstelligt bei verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial unter den Dorn eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Bereich der rohrförmigen Auskleidung unter dem Dorn auf Drücke unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Bewirken einer Überlappung der rohrförmigen Auskleidung mit einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung in der Grenzfläche zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung der Aufweitung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aufweiten des Dorns in radialer Richtung.

Eine Rückbindungsauskleidung zum Auskleiden einer existierenden Brunnenbohrungseinfassung ist erläutert worden und umfaßt eine rohrförmige Auskleidung und einen ringförmigen Körper aus gehärtetem Fluidichtungsmaterial. Die rohrförmige Auskleidung wird gebildet durch den Prozeß, die rohrförmige Auskleidung von dem Dorn wegzupressen. Der ringförmige Körper aus gehärtetem Fluidichtungsmaterial wird mit der rohrförmigen Auskleidung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch den Prozeß gebildet, die rohrförmige Auskleidung und den Dorn in der Brunnenbohrung anzuordnen und den inneren Teil der rohrförmigen Auskleidung unter Druck zu setzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Teil der rohrförmigen Auskleidung fluidmäßig isoliert von einem äußeren Teil der rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich der Auskleidung unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der ringförmige Körper aus gehärtetem Fluidichtungsmaterial gebildet durch den Prozeß, einen Körper aus aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich zwischen der existierenden Brunnenbohrungseinfassung und der rohrförmigen Auskleidung einzuspritzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform überlappt die rohrförmige Aus-

kleidung eine weitere existierende Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Rückbindungsaußerkleidung eine Dichtung, die in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der weiteren existierenden Brunnenbohrungseinfassung positioniert ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die rohrförmige Auskleidung abgestützt durch die Überlappung mit der weiteren existierenden Brunnenbohrungseinfassung.

Eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist erläutert worden und umfaßt ein Tragelement, einen Dorn, ein rohrförmiges Element und einen Schuh. Das Tragelement umfaßt einen ersten Fluiddurchlaß. Der Dorn ist mit dem Tragelement verbunden. Der Dorn umfaßt einen zweiten Fluiddurchlaß, der betriebsmäßig mit dem ersten Fluiddurchlaß, einem inneren Abschnitt und einem äußeren Abschnitt verbunden ist. Der innere Abschnitt des Dorns ist (auf)bohrbar. Das rohrförmige Element ist mit dem Dorn verbunden. Der Schuh ist mit dem rohrförmigen Element verbunden. Der Schuh umfaßt einen dritten Fluiddurchlaß, der betriebsmäßig mit dem zweiten Fluiddurchlaß, einem inneren Abschnitt und einem äußeren Abschnitt verbunden ist. Der innere Abschnitt des Schuhs ist (auf)bohrbar. Bevorzugt umfaßt der innere Abschnitt des Dorns ein rohrförmiges Element und ein Lasttrageelement. Bevorzugt umfaßt das Lasttrageelement einen (auf)bohrbaren Körper. Bevorzugt umfaßt der innere Abschnitt des Schuhs ein rohrförmiges Element und ein Lasttrageelement. Bevorzugt umfaßt das Lasttrageelement einen (auf)bohrbaren Körper. Bevorzugt umfaßt der äußere Abschnitt des Dorns einen Aufweitungskonus. Bevorzugt ist der Aufweitungskonus hergestellt aus Materialien, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die besteht aus Edelstahl, Titan und Keramik. Bevorzugt besitzt der Aufweitungskonus eine Oberflächenhärte, die von etwa 58 bis 62 Rockwell C reicht. Bevorzugt ist zumindest ein Teil der Vorrichtung (auf)bohrbar.

Außerdem ist ein Brunnen-Kopfende beschrieben worden, welches eine äußere Einfassung und mehrere im wesentlichen konzentrische sowie überlappende innere Einfassungen enthält, die mit der äußeren Einfassung verbunden sind. Jede innere Einfassung ist durch Kontaktdruck zwischen der Außenseite der inneren Einfassung und der Innenseite der äußeren Einfassung getragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die äußere Einfassung eine Dehnfestigkeit, die von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die äußere Einfassung eine Berstfestigkeit, die von etwa 5.000 bis 20.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen der inneren Einfassung und der äußeren Einfassung von etwa 500 bis 10.000 psi. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen eine oder mehrere innere Einfassungen eine oder mehrere Dichtungselemente, die mit der Innenseite der äußeren Einfassung in Kontakt stehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente ausgewählt aus der Gruppe, die besteht aus Blei-, Gummi-, Teflon-, Epoxid(harz)- und Kunststoffdichtungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Weihnachtsbaum mit der äußeren Einfassung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist eine Bohrspule mit der äußeren Einfassung verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei zumindest einem der inneren Einfassungen um eine Produktionseinfassung.

Ein Brunnen-Kopfende ist erläutert worden, welches eine äußere Einfassung enthält, die zumindest teilweise in einer Brunnenbohrung positioniert ist, und mehrere im wesentlichen konzentrische innere Einfassungen, die mit der Innenseite der äußeren Einfassung durch den Prozeß verbunden

sind, eine oder mehrere der inneren Einfassungen in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite der äußeren Einfassung aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Einfassungen aufgeweitet durch Pressen der inneren Einfassungen weg von einem Dorn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Einfassungen aufgeweitet durch den Prozeß, die innere Einfassung und einen Dorn in der Brunnenbohrung zu platzieren und einen inneren Teil der Einfassung unter Druck zu setzen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Teil der inneren Einfassung fluidmäßig isoliert von einem äußeren Teil der inneren Einfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Teil der inneren Einfassung unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Dichtung oder werden mehrere Dichtungen in der Grenzfläche zwischen den inneren Einfassungen und der äußeren Einfassungen positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren Einfassungen durch ihren Kontakt mit der äußeren Einfassung abgestützt.

Ein Verfahren zur Ausbildung eines Brunnen-Kopfendes ist erläutert worden und umfaßt das Bohren einer Brunnenbohrung. Eine äußere Einfassung wird zumindest teilweise im oberen Teil der Brunnenbohrung positioniert. Ein erstes rohrförmiges Element wird in der äußeren Einfassung positioniert. Zumindest ein Teil des ersten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einer Innenseite der äußeren Einfassung aufgeweitet. Ein zweites rohrförmiges Element wird in der äußeren Einfassung und dem ersten rohrförmigen Element positioniert. Zumindest ein Teil des zweiten rohrförmigen Elements wird in Kontakt mit einem inneren Teil der äußeren Einfassung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Teil des inneren des ersten rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Teil des Innern des zweiten rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird zumindest ein Teil des Innern der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des ersten rohrförmigen Elements bewerkstelligt mit Betriebsdrücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit Betriebsdrücken bewerkstelligt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente mit Betriebsdrücken bewerkstelligt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des ersten rohrförmigen Elements mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Abschnitts des Aufweitvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements mit verringerten Betriebsdrücken während des letzten Abschnitts des Aufweitvorgangs bewerkstelligt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente bewerkstelligt mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Abschnitts der Aufweitvorgänge. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Einfassung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem zweiten rohrfö-

migen Element und der äußeren Einfassung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen und der äußeren Einfassung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete erste rohrförmige Element unter Verwendung des Kontakts mit der äußeren Einfassung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete zweite rohrförmige Element unter Verwendung des Kontakts mit der äußeren Einfassung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente unter Verwendung ihrer Kontakte mit der äußeren Einfassung abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente von einem Dorn weggepreßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Oberfläche des Dorns geschmiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Stöße absorbiert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in radialer Richtung aufgeweitet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des ersten rohrförmigen Elements von einem äußeren Bereich des ersten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des zweiten rohrförmigen Elements von einem äußeren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des ersten rohrförmigen Elements von dem Bereich außerhalb des ersten rohrförmigen Elements durch Einspritzen von einem oder mehreren Stopfen in das Innere des ersten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des zweiten rohrförmigen Elements von dem Bereich außerhalb des zweiten rohrförmigen Elements durch Einspritzen von einem oder mehreren Stopfen in das Innere des zweiten rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des ersten rohrförmigen Elements bewerkstelligt durch Einspritzen eines Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des zweiten rohrförmigen Elements bewerkstelligt durch Einspritzen eines Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird Fluidmaterial über den Dorn hinaus eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Bereich der rohrförmigen Elemente jenseits des Dorns unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Bereich der rohrförmigen Elemente jenseits des Dorns unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element eine Produktionseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Einfassung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Kontakt zwischen dem zweiten rohrförmigen Element und der äußeren Einfassung abgedichtet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete erste rohrförmige Element abgestützt unter Verwendung der äußeren Einfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das aufgeweitete zweite rohrförmige Element abgestützt unter Verwendung der äußeren Einfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform

wird die Unversehrtheit der Dichtung in dem Kontakt zwischen dem ersten rohrförmigen Element und der äußeren Einfassung getestet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die Unversehrtheit der Dichtung in dem Kontakt zwischen dem zweiten rohrförmigen Element und der äußeren Einfassung getestet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs eingefangen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn ausgebohrt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn mit einem Spiralrohr abgestützt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn mit einem bohrbaren Schuh verbunden.

Es ist eine Vorrichtung erläutert worden, die ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentlichen konzentrische sowie überlappende innere rohrförmige Elemente umfaßt, die mit dem äußeren rohrförmigen Element verbunden sind. Jedes innere rohrförmige Element ist getragen durch den Kontaktdruck zwischen einer Außenseite der inneren Einfassung und einer Innenseite des äußeren inneren rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das äußere rohrförmige Element eine Dehnfestigkeit, die von etwa 40.000 bis 135.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt das äußere rohrförmige Element eine Berstfestigkeit, die von etwa 5.000 bis 20.000 psi reicht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht der Kontaktdruck zwischen den inneren rohrförmigen Elementen und dem äußeren rohrförmigen Element von etwa 500 bis 10.000 psi. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt eines oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente ein oder mehrere Dichtungselemente in Kontakt mit einer Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Dichtungselemente ausgewählt aus der Gruppe, die aus Gummi-, Blei-, Kunststoff- und Epoxid(harz)dichtungen besteht.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, welche ein äußeres rohrförmiges Element und mehrere im wesentliche konzentrische innere rohrförmige Elemente umfaßt, die mit der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements durch den Prozeß verbunden sind, eines oder mehrere der inneren rohrförmigen Elemente in Kontakt mit zumindest einem Teil der Innenseite des äußeren rohrförmigen Elements aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren rohrförmigen Elemente aufgeweitet durch Pressen der inneren rohrförmigen Elemente weg von einem Dorn. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die inneren rohrförmigen Elemente aufgeweitet durch den Prozeß: Plazieren der inneren rohrförmigen Elemente und eines Dorns in dem äußeren rohrförmigen Element und Unterdrucksetzen eines inneren Teils der inneren Einfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird während des Unterdrucksetzens der innere Teil des inneren rohrförmigen Elements fluidmäßig isoliert von einem äußeren Teil des inneren rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Teil des inneren rohrförmigen Elements unter Druck gesetzt mit Drücken, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem eine oder mehrere Dichtungen, die in der Grenzfläche zwischen den inneren rohrförmigen Elementen und dem äußeren rohrförmigen Element positioniert sind. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die inneren rohrförmigen Elemente durch ihren Kontakt mit dem äußeren rohrförmigen Element abgestützt.

Eine Brunnenbohrungseinfassung ist außerdem erläutert worden, welche ein erstes rohrförmiges Element und ein zweites rohrförmiges Element umfaßt, das mit dem ersten

rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements ist im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element einen dünnwandigen Abschnitt, wobei das zweite rohrförmige Element einen zweiten dünnwandigen Abschnitt umfaßt, und wobei der erste dünnwandige Abschnitt mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die ersten und zweiten dünnwandigen Abschnitte verformt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element ein erstes zusammendrückbares Element, welches mit dem ersten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist, und wobei das zweite rohrförmige Element ein zweites zusammendrückbares Element umfaßt, das mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der erste dünnwandige Abschnitt und das erste zusammendrückbare Element mit dem zweiten dünnwandigen Abschnitt und dem zweiten zusammendrückbaren Element verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind bzw. werden die ersten und zweiten dünnwandigen Abschnitte und die ersten und zweiten zusammendrückbaren Elemente verformt.

Eine Brunnenbohrungseinfassung ist außerdem erläutert worden, die ein rohrförmiges Element mit zumindest einem dünnwandigen Abschnitt und einem dickwandigen Abschnitt und ein zusammendrückbares ringförmiges Element umfaßt, das mit jedem dünnwandigen Abschnitt verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das zusammendrückbare ringförmige Element hergestellt aus Materialien, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Gummi, Kunststoff, Metall und Epoxid(harz) besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Wanddicke des dünnwandigen Abschnitts von etwa 50 bis 100% der Wanddicke des dickwandigen Abschnitts. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reicht die Länge des dünnwandigen Abschnitts von etwa 120 bis 2400 Inch. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das zusammendrückbare ringförmige Element entlang dem dünnwandigen Abschnitt positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das zusammendrückbare ringförmige Element entlang den dünn- und dickwandigen Abschnitten positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Element hergestellt aus Materialien, die ausgewählt sind aus der Gruppe, die aus Oilfield Country Tubular Goods, Edelstahl, Weichlegierungsstahl, Kohlenstoffstahl, Stahl von Kraftfahrzeugqualität, Kunststoffen, Glasfasern, hochfesten und/oder verformbaren Materialien besteht. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung eine erste dünne Wand an einem ersten Ende der Einfassung und eine zweite dünne Wand an einem zweiten Ende der Einfassung.

Ein Verfahren zur Herstellung einer Einfassung in einem Bohrloch, angeordnet in einer unterirdischen Formation, ist erläutert worden, wobei das Verfahren das Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in einem Bohrloch unter Verwendung eines Tragelements umfaßt, das Einspritzen von Fluidmaterial in das Bohrloch, das Unterdrücken des inneren Bereichs des Dorns, das Verschieben eines Teils des Dorns relativ zu dem Tragelement und das radiale Aufweiten der rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Einspritzen aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und der Außenseite der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist, und das Einspritzen nicht aushärtbaren Fluidmaterials in einen inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungs-

form umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich vor Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials in den inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 500 bis 9.000 psi und 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts der radialen Aufweitung vorgesehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in eine oder mehrere Druckkammern eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die eine oder die mehreren Druckkammern unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem äußeren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns isoliert, indem ein oder mehrere Stopfen in das eingespritzte Fluidmaterial eingeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Aushärten von zumindest einem Teil des Fluidmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Fluidmaterials, das in der rohrförmigen Auskleidung angeordnet ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das zur Überlappungbringen der rohrförmigen Auskleidung mit einer existierenden Brunnenbohrungsauskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen der aufgeweiteten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung der existierenden Brunnenbohrungsauskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Prüfen der Unversehrtheit der Dichtung in der Überlappung zwischen der rohrförmigen Auskleidung und der existierenden Brunnenbohrungseinfassung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in die rohrförmige Auskleidung vor dem Aushärten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abstützen des Dorns mit spiralförmigem Rohrwerk. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bewegt sich der Dorn hin und her. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns verschoben, und der Dorn wird in einer zweiten Richtung während des Freigebens des Drucks im inneren Be-

reich des Dorns verschoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung in im wesentlichen stationärer Position während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns gehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die rohrförmige Auskleidung durch einen Dorn während der Druckbefreiung des inneren Bereichs des Dorns getragen.

Eine Brunnenbohrungseinfassung ist außerdem erläutert worden, welche ein erstes rohrförmiges Element mit einem ersten Innendurchmesser und ein zweites rohrförmiges Element mit einem zweiten Innendurchmesser im wesentlichen gleich dem ersten Durchmesser umfaßt, das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist. Die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente sind durch einen Prozeß zum Verformen eines Teils des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements verbunden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist bzw. wird das zweite rohrförmige Element durch den Prozeß verformt, die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung zu platzieren, zumindest einen Teil des ersten rohrförmigen Elements radial aufzuweiten, und das zweite rohrförmige Element radial aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das zweite rohrförmige Element durch den Prozeß radial aufgeweitet, das zweite rohrförmige Element und einen Dorn in der Brunnenbohrung unter Verwendung eines Tragelements, durch Einspritzen von Fluidmaterial in die Brunnenbohrung und durch Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs des Dorns und Verschieben eines Teils des Dorns relativ zu dem Tragelement radial aufzuweiten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen von aushärtbarem Fluidichtungsmaterial in einen ringförmigen Bereich, der zwischen dem Bohrloch und der Außenseite der zweiten Auskleidung zu liegen kommt, und das Einspritzen von nicht-aushärtbarem Fluidmaterial in einen inneren Bereich des Dorns vorgesehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung außerdem das fluidmäßige Isolieren des ringförmigen Bereichs von dem inneren Bereich des Dorns vor Einspritzen des nicht aushärtbaren Materials in den inneren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen bereitgestellt, die von etwa 0 bis 5.000 psi bzw. 0 bis 1.500 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen vorgesehen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Einspritzen des nicht aushärtbaren Fluidmaterials mit verringerten Betriebsdrücken und Durchsätzen während eines Endabschnitts der radialen Aufweitung vorgesehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Fluidmaterial in eine oder mehrere Druckkammern eingespritzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die eine oder mehreren Druckkammern unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem Außenbereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Innenbereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns isoliert, indem ein oder mehrere Stopfen in das eingespritzte Fluidmaterial eingeführt werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung außerdem das Aushärten von zumin-

dest einem Teil des Fluidmaterials und das Entfernen von zumindest einem Teil des ausgehärteten Fluidmaterials, welches in der zweiten rohrförmigen Auskleidung enthalten ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung außerdem das Abdichten der Überlappung zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Auskleidungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Ausbildung außerdem das Abstützen der zweiten rohrförmigen Auskleidung unter Verwendung der Überlappung mit der ersten rohrförmigen Auskleidung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Ausbildung das Testen der Unversehrtheit der Dichtungen im Überlappungsbereich zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Auskleidungen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Ausbildung das Entfernen von zumindest einem Teil des aushärtbaren Fluidichtungsmaterials in die zweite rohrförmige Auskleidung vor dem Aushärten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Ausbildung das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Ausbildung das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Herstellung außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung des radialen Aufweitungsprozesses. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Herstellung außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Brunnenbohrungseinfassung bzw. deren Herstellung außerdem das Abstützen des Dorns mit Spiralrohrwerk. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform läuft der Dorn hin und her. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns verschoben, wobei der Dorn in einer zweiten Richtung während einer Druckbefreiung des inneren Bereichs des Dorns in einer zweiten Richtung verschoben wird. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird die zweite rohrförmige Auskleidung in im wesentlichen stationärer Position während des Unterdrucksetzens des inneren Bereichs des Dorns gehalten. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die innere rohrförmige Auskleidung durch den Dorn während der Druckbefreiung des inneren Bereichs des Dorns getragen bzw. gestützt.

Eine Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements ist erläutert worden, welches ein Tragelement mit einem Fluiddurchlaß umfaßt, einen Dorn, der mit dem Tragelement verbunden ist, und ein Aufweitungskonus umfaßt, zumindest eine Druckkammer, die durch das Tragelement und den Dorn in Fluidverbindung mit dem ersten Fluiddurchlaß festgelegt und durch diese getragen ist, und eine oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das Tragelement zu tragen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Fluiddurchlaß einen Verjüngungsdurchlaß mit verringertem Innendurchmesser. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn einen oder mehrere ringförmige Kolben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung mehrere Druckkammern. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Druckkammern zumindest teilweise durch ringförmige Kolben festgelegt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die lösbaren Träger geringer unterhalb des Dorns angeordnet. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die lösbaren Träger über dem Dorn positioniert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger hydraulische Gleit- bzw.

Schlupfelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger mechanische Gleit- bzw. Schlupfelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die lösbaren Träger Schleppblöcke. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Dorn einen oder mehrere ringförmige Kolben und einen Aufweitungskonus, der mit den ringförmigen Kolben verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt einer oder mehrere der ringförmigen Kolben einen Aufweitungskonus. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die

Druckkammern ringförmige Druckkammern.  
Eine Vorrichtung ist erläutert worden, welche ein oder mehrere massive rohrförmige Elemente umfaßt, wobei jedes rohrförmige Element eine oder mehrere außenliegende Dichtungen umfaßt, ein oder mehrere geschlitzte rohrförmige Elemente, die mit den massiven rohrförmigen Elementen verbunden sind, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere massive rohrförmige Zwischenelemente, die mit den geschlitzten rohrförmigen Elementen verbunden und zwischen diesen (verschachtelt) angeordnet sind, wobei jedes massive rohrförmige Zwischenelement eine oder mehrere externe Dichtungen umfaßt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Vorrichtung außerdem ein oder mehrere Ventilelemente. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen ein oder mehrere massive rohrförmige Zwischenelemente ein oder mehrere Ventilelemente.

Ein Verfahren zum Verbinden bzw. Vereinigen eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als einen Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, ist ebenfalls beschrieben worden, und umfaßt das Positionieren eines Dorns in einem inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements, das Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des Dorns, das Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element und das Pressen von zumindest einem Teil des rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns mit Betriebsdrücken vorgesehen, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns mit verringerten Betriebsdrücken während eines letzten Abschnitts des Aufweitungsvorgangs bereitgestellt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Tragen bzw. Stützen des aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter Nutzung der Grenzfläche mit dem ersten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Schmieren der Oberfläche des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Absorbieren von Stößen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Positionieren der ersten und zweiten rohrförmigen Elemente in überlappender Beziehung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das fluidmäßige Isolieren eines inneren Bereichs des Dorns von einem äußeren Bereich des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der innere Bereich des Dorns von dem Bereich außerhalb des Dorns durch Einspritzen von einem oder mehreren Stopfen in das Innere des Dorns fluidmäßig

isoliert. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird das Unterdrucksetzen des Teils des inneren Bereichs des Dorns bereitgestellt durch Einspritzen eines Fluidmaterials mit Betriebsdrücken und Durchsätzen, die von etwa 500 bis 9.000 psi bzw. 40 bis 3.000 Gallonen/Minute reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einspritzen von Fluidmaterial über den Dorn hinaus. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden eine oder mehrere Druckkammern, die durch den Dorn festgelegt ist bzw. sind, unter Druck gesetzt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden die Druckkammern mit Drücken unter Druck gesetzt, die von etwa 500 bis 9.000 psi reichen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erste rohrförmige Element einen existierenden Brunnenbohrungsabschnitt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Abdichten der Grenzfläche zwischen den ersten und zweiten rohrförmigen Elementen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Tragen bzw. Abstützen des aufgeweiteten zweiten rohrförmigen Elements unter Verwendung des ersten rohrförmigen Elements. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Testen der Unversehrtheit der Dichtung der bzw. in der Grenzfläche zwischen dem ersten rohrförmigen Element und dem zweiten rohrförmigen Element. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Einfangen des Dorns bei Beendigung des Aufweitungsvorgangs. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Ausbohren des Dorns. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Tragen bzw. Abstützen des Dorns mit Spiralrohrwerk. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das Verbinden des Dorns mit einem aufbohrbaren Schuh. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in Längsrichtung verschoben. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird der Dorn in einer ersten Richtung während des Unterdrucksetzens und einer zweiten Richtung während des Druckabbauens verschoben.

Eine Vorrichtung ist erläutert worden, welche ein oder mehrere primäre massive Rohre umfaßt, wobei jedes primäre massive Rohr eine oder mehrere externe ringförmige Dichtungen umfaßt, n geschlitzte Rohre, die mit den primären massiven Rohren verbunden sind, n-1 massive Zwischenrohre, die mit den geschlitzten Rohren verbunden und zwischen diesen bzw. verschachtelt angeordnet sind, ein massives Zwischenrohr, welches eine oder mehrere externe Dichtungen umfaßt, und einen Schuh, der mit einem der geschlitzten Rohre verbunden ist.

Ein Verfahren zum Isolieren einer ersten unterirdischen Zone von einer zweiten unterirdischen Zone in einem Brunnenbohrloch ist erläutert worden und umfaßt das Positionieren von einem primären massiven Rohre in der Brunnenbohrung, wobei die primären massiven Rohre die erste unterirdische Zone queren, das Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Brunnenbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die zweite unterirdische Zone queren, das fluidmäßige Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren und das Verhindern eines Hindurchtritts von Fluiden von der ersten unterirdischen Zone in die zweite unterirdische Zone innerhalb der Brunnenbohrung außerhalb der massiven und geschlitzten Rohre.

Ein Verfahren zum Austragen von Materialien aus einer unterirdischen Produktionszone in einer Brunnenbohrung, wobei zumindest ein Teil der Brunnenbohrung eine Einfassung enthält, ist ebenfalls erläutert worden und umfaßt das Positionieren von einem oder mehreren primären massiven Rohren in der Brunnenbohrung, das fluidmäßige Verbinden



der primären massiven Rohre mit der Einfassung, das Positionieren von einem oder mehreren geschlitzten Rohren in der Brunnenbohrung, wobei die geschlitzten Rohre die unterirdische Produktionszone queren, das fluidmäßige Verbinden der geschlitzten Rohre mit den massiven Rohren, das fluidmäßige Isolieren der unterirdischen Produktionszone von zumindest einer anderen unterirdischen Zone in der Brunnenbohrung und das fluidmäßige Verbinden von zumindest einem der geschlitzten Rohre aus der unterirdischen Produktionszone. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Verfahren außerdem das gesteuerte fluidmäßige Entkoppeln von zumindest einem der geschlitzten Rohre von zumindest einem weiteren der geschlitzten Rohre.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand beispielhafter Ausführungsformen dargestellt und erläutert wurde, ist sie zahlreichen Abwandlungen und Modifikationen im Umfang der anliegenden Ansprüche zugänglich.

#### Patentansprüche

1. Brunnenbohrungseinfassung, aufweisend:  
Ein erstes rohrförmiges Element, und  
ein zweites rohrförmiges Element, welches mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist,  
wobei der Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Elements im wesentlichen gleich dem Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements ist.
2. Brunnenbohrungseinfassung, aufweisend:  
Ein rohrförmiges Element mit zumindest einem dünnwandigen Abschnitt und einem dickwandigen Abschnitt, und  
ein zusammendrückbares ringförmiges Element, welches mit jedem dünnwandigen Abschnitt verbunden ist.
3. Verfahren zur Herstellung einer Einfassung in einer Brunnenbohrung, die in einer unterirdischen Formation angeordnet ist, mit den Schritten:  
Abstützen einer rohrförmigen Auskleidung und eines Dorns in dem Bohrloch unter Verwendung eines Tragelements,  
Einspritzen von Fluidmaterial in das Bohrloch,  
Unterdrucksetzen eines inneren Bereichs des Dorns,  
Verschieben eines Teils des Dorns relativ zu dem Tragelement, und  
radiales Aufweiten der rohrförmigen Auskleidung.
4. Brunnenbohrungseinfassung, aufweisend:  
Ein erstes rohrförmiges Element mit einem ersten Innendurchmesser, und  
ein zweites rohrförmiges Element mit einem zweiten Innendurchmesser, der im wesentlichen dem ersten Innendurchmesser entspricht, und das mit dem ersten rohrförmigen Element in überlappender Beziehung verbunden ist,  
wobei die ersten und zweiten rohrförmigen Elemente durch den Prozeß verbunden sind, einen Teil des zweiten rohrförmigen Elements in Kontakt mit einem Teil des ersten rohrförmigen Elements zu verformen.
5. Vorrichtung zum Aufweiten eines rohrförmigen Elements, aufweisend:  
Ein Tragelement mit einem Fluiddurchlaß,  
einen Dorn, der mit dem Tragelement beweglich verbunden ist und einen Aufweitungskonus aufweist,  
zumindest eine Druckkammer, die durch das Tragelement und den Dorn festgelegt und zwischen diesen positioniert ist, die mit dem ersten Fluiddurchlaß verbunden ist bzw. sind, und

eine oder mehrere lösbare Träger, die mit dem Tragelement verbunden und dazu ausgelegt sind, das rohrförmige Element zu tragen.

6. Vorrichtung, aufweisend:

Ein oder mehrere massive rohrförmige Elemente, wobei jedes massive rohrförmige Element eine oder mehrere externe Dichtungen aufweist,  
ein oder mehrere geschlitzte rohrförmige Elemente, die mit den massiven rohrförmigen Elementen verbunden sind, und  
einen Schuh, der mit einem der geschlitzten rohrförmigen Elemente verbunden ist.

7. Verfahren zum Verbinden eines zweiten rohrförmigen Elements mit einem ersten rohrförmigen Element, wobei das erste rohrförmige Element einen Innendurchmesser größer als ein Außendurchmesser des zweiten rohrförmigen Elements aufweist, umfassend die Schritte:

Positionieren eines Dorns in einen inneren Bereich des zweiten rohrförmigen Elements,  
Unterdrucksetzen eines Teils des inneren Bereichs des Dorns,

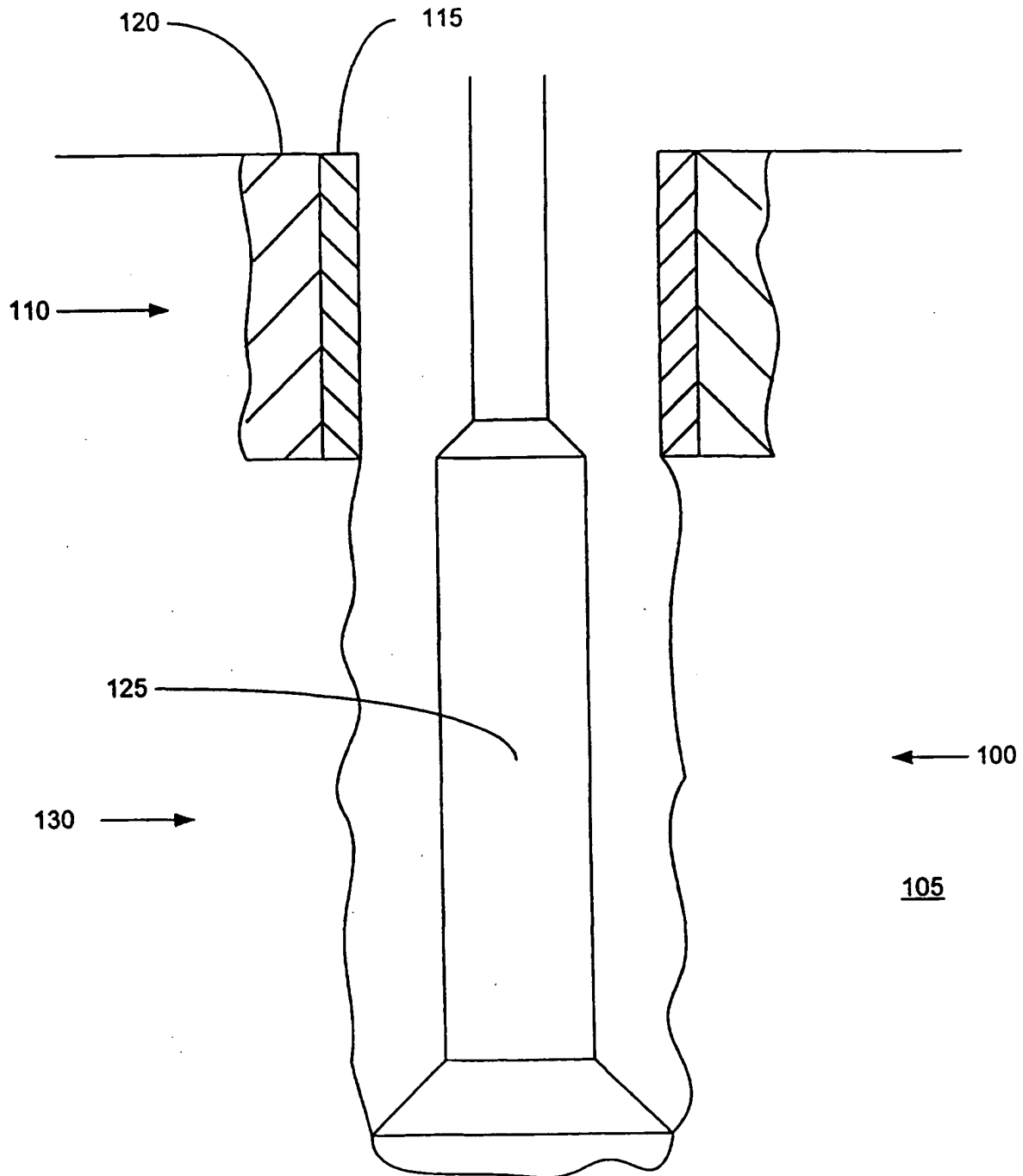
Verschieben des Dorns relativ zu dem zweiten rohrförmigen Element, und

Pressen von zumindest einem Teil des zweiten rohrförmigen Elements weg von dem Dorn in Eingriff mit dem ersten rohrförmigen Element.

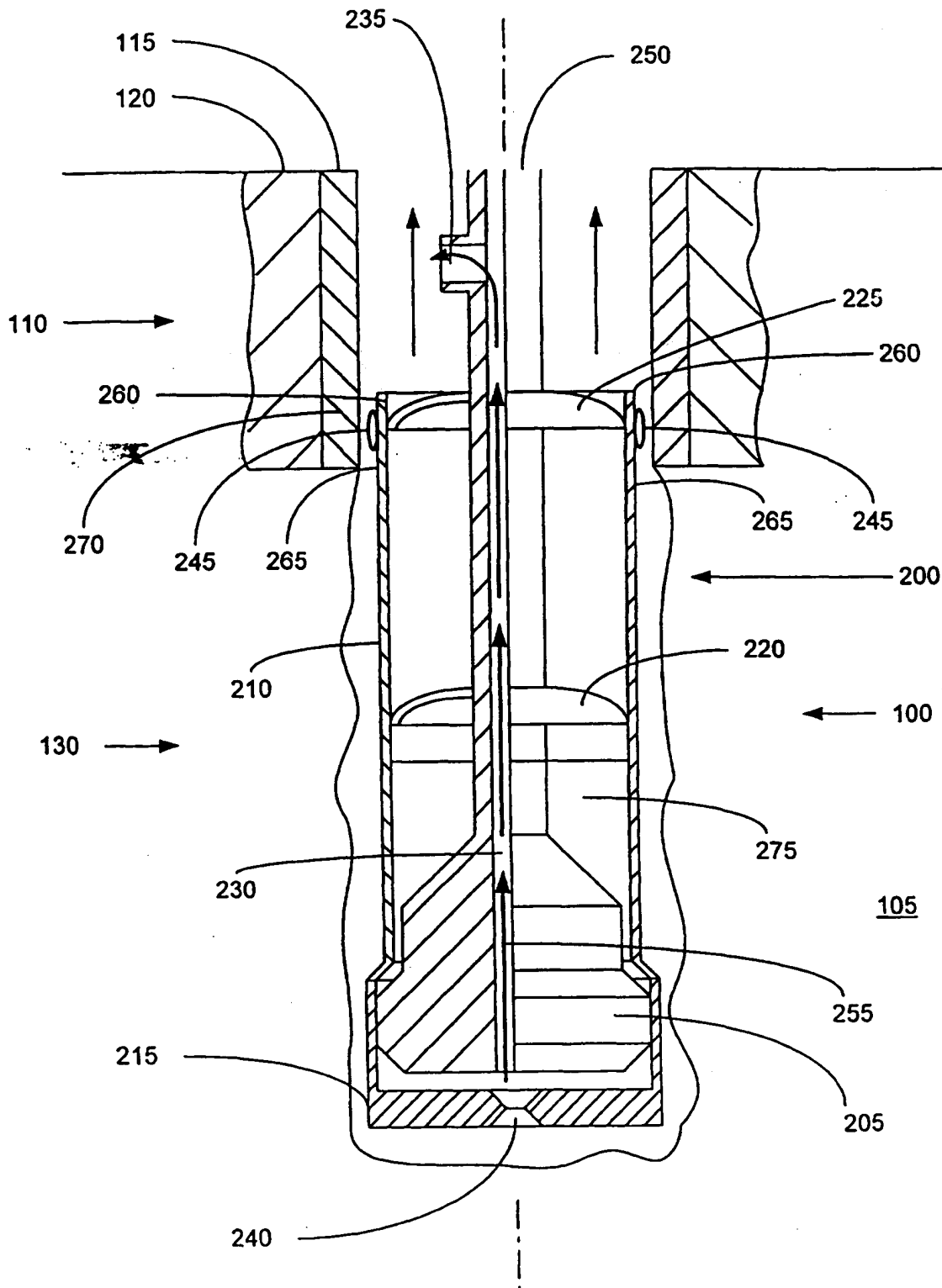
---

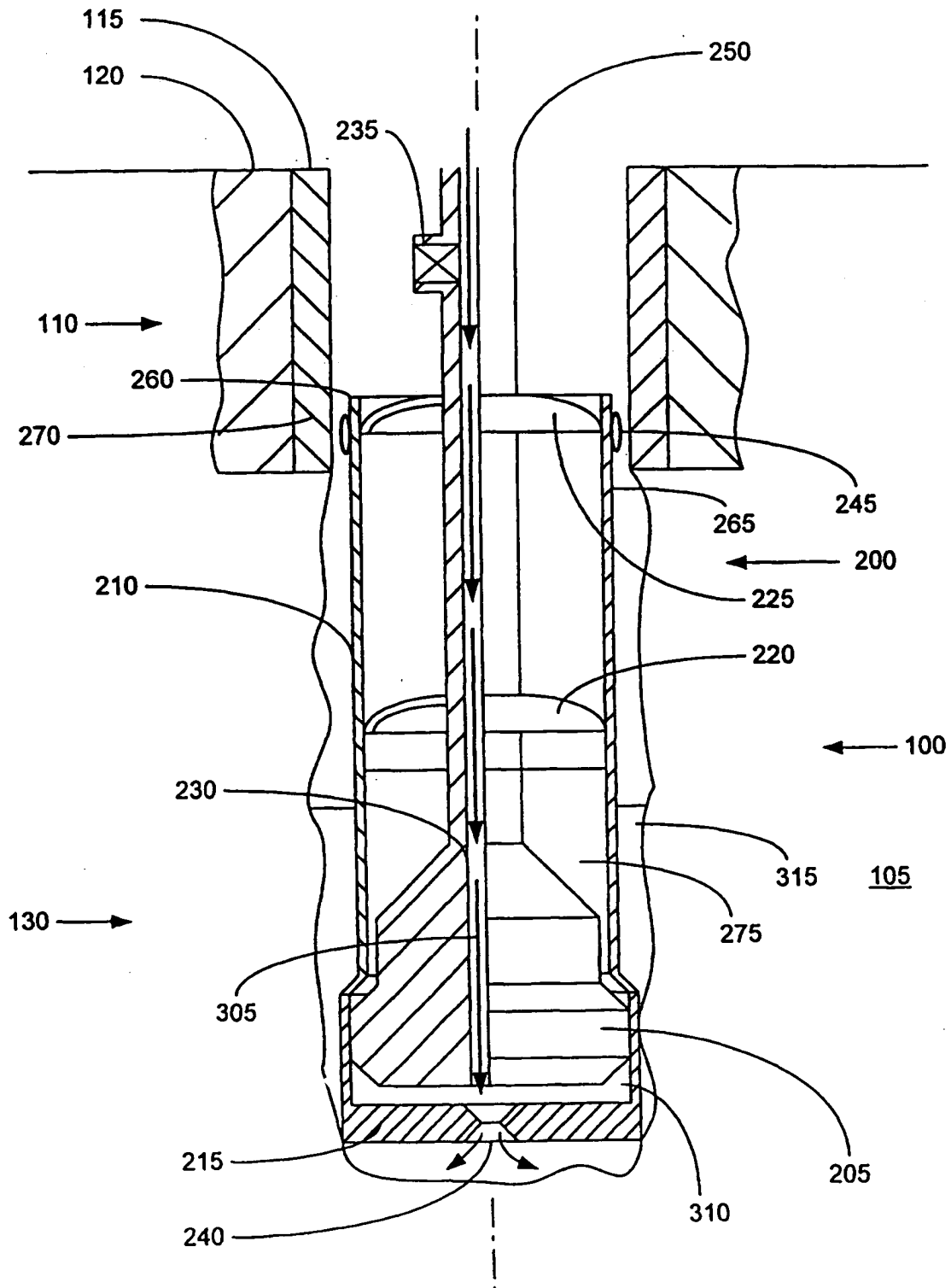
Hierzu 47 Seite(n) Zeichnungen

---

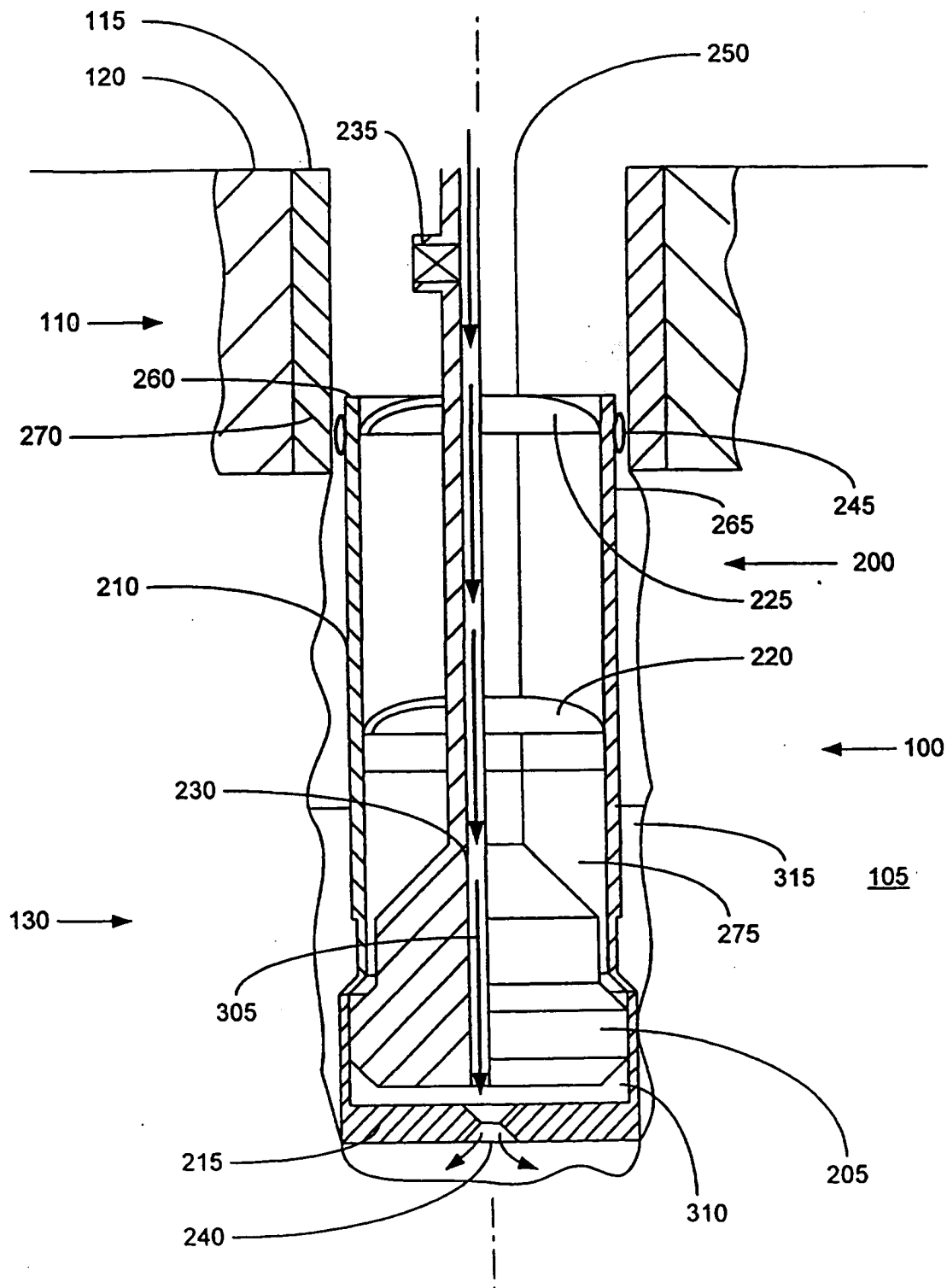


FIGUR 1

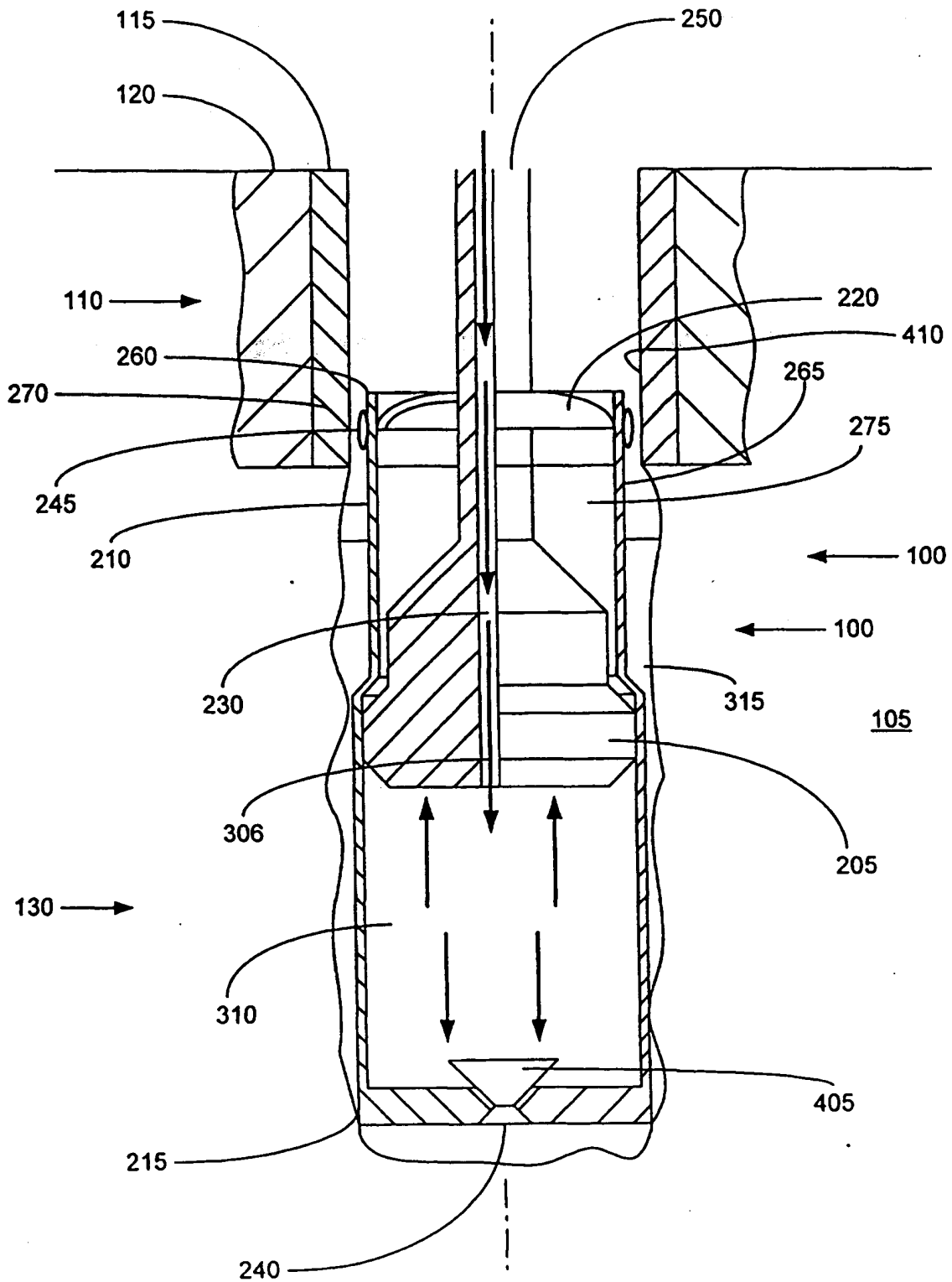




FIGUR 3

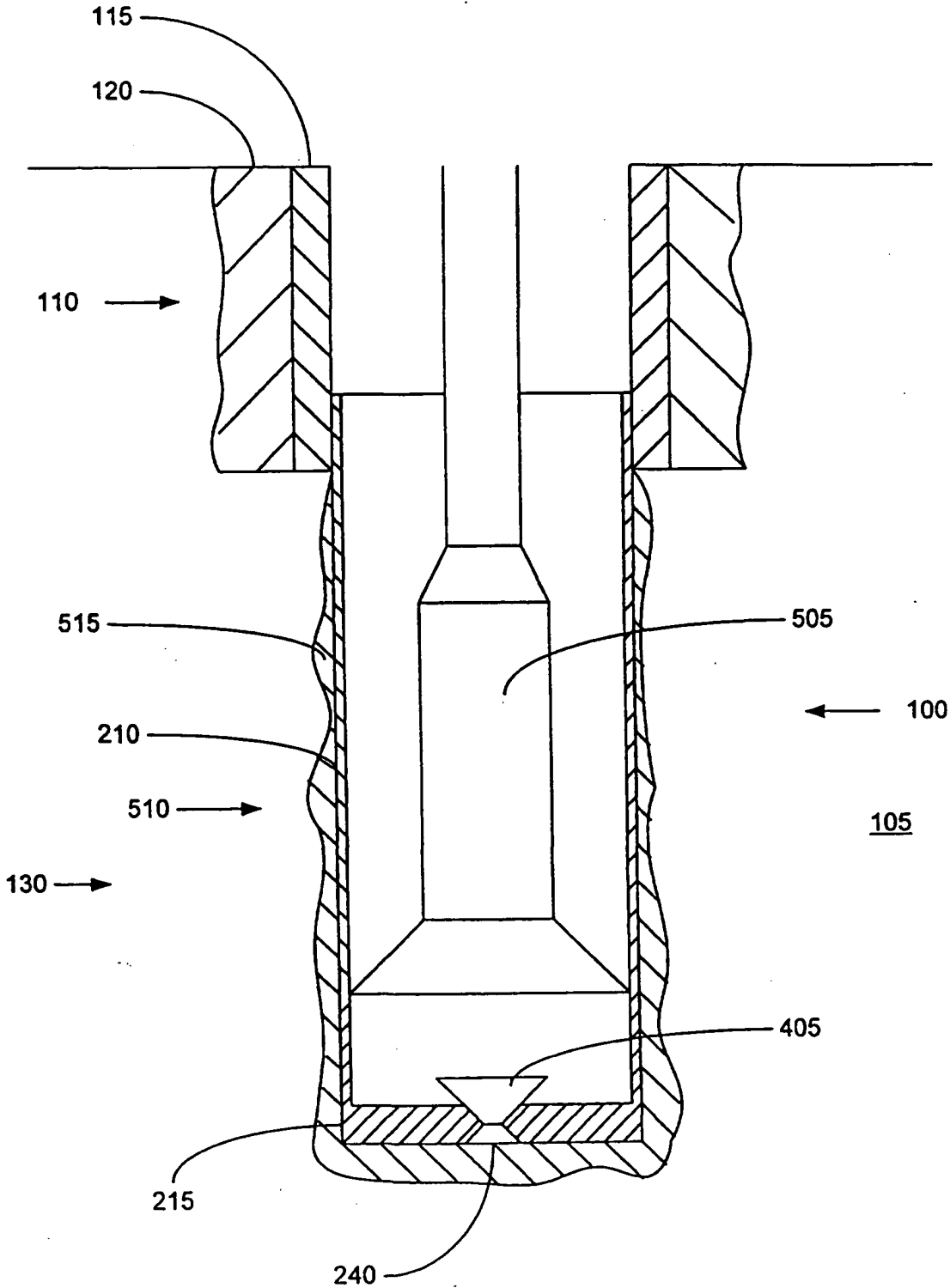


**FIGUR. 3a**

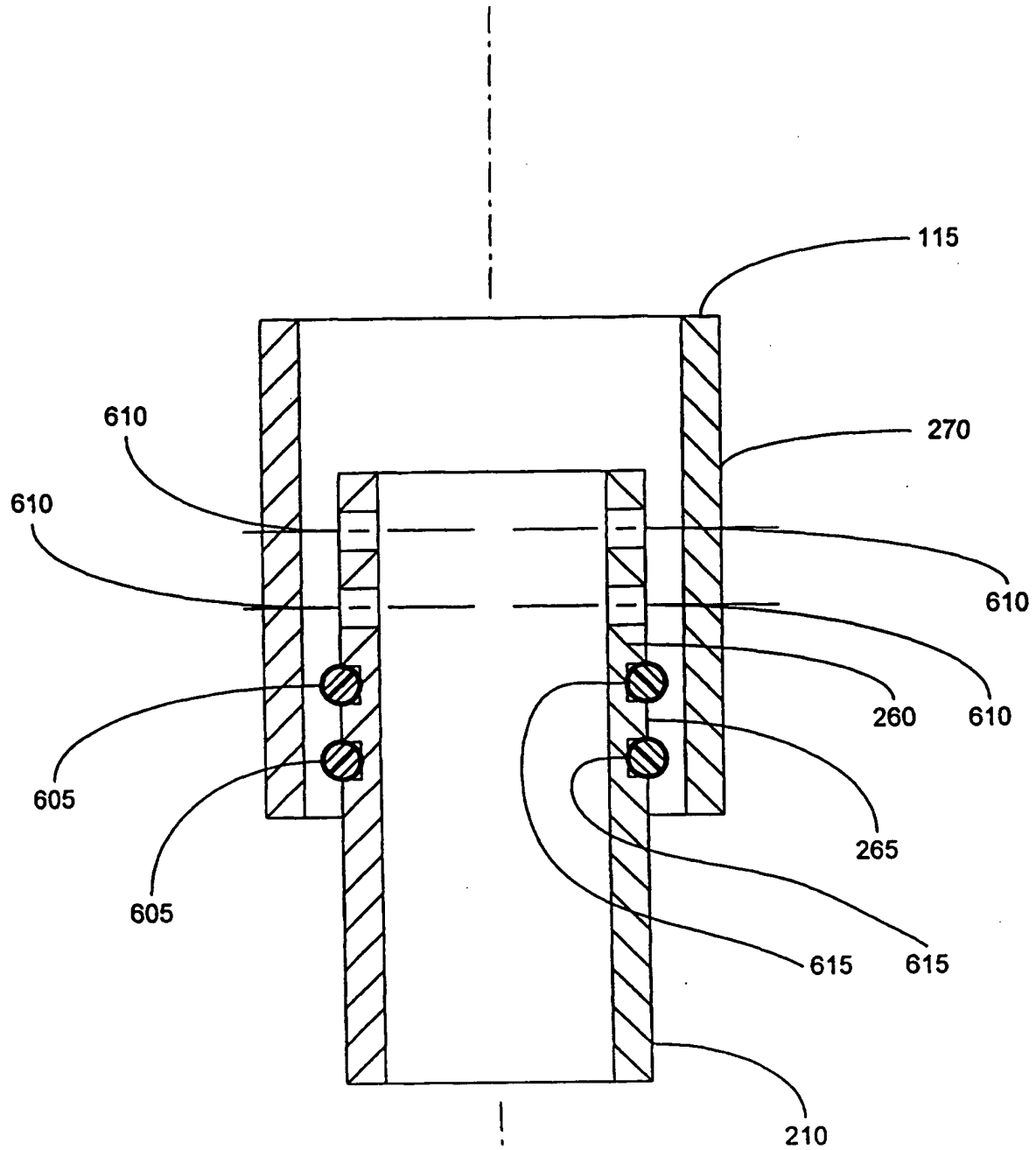


FIGUR 4

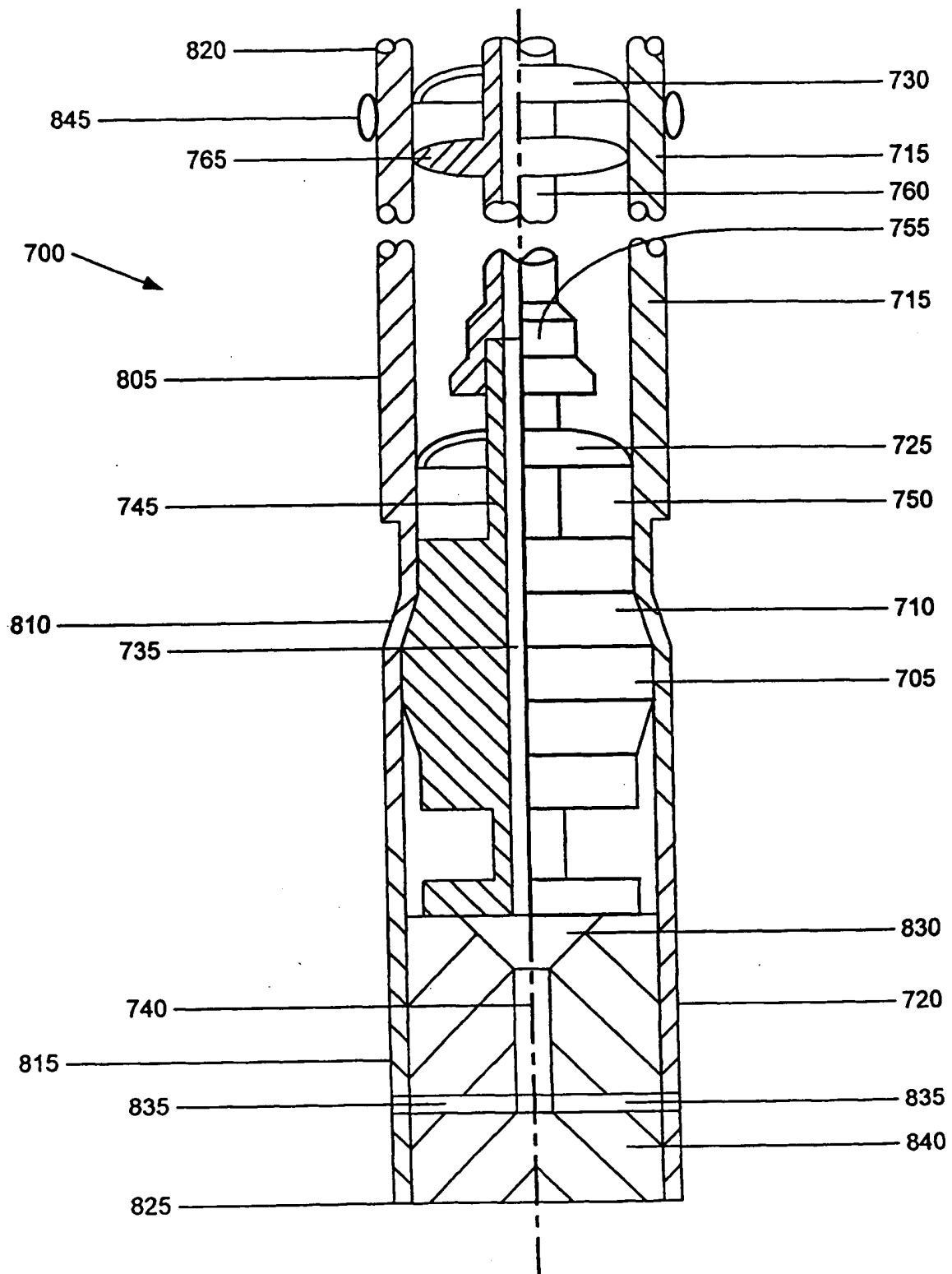




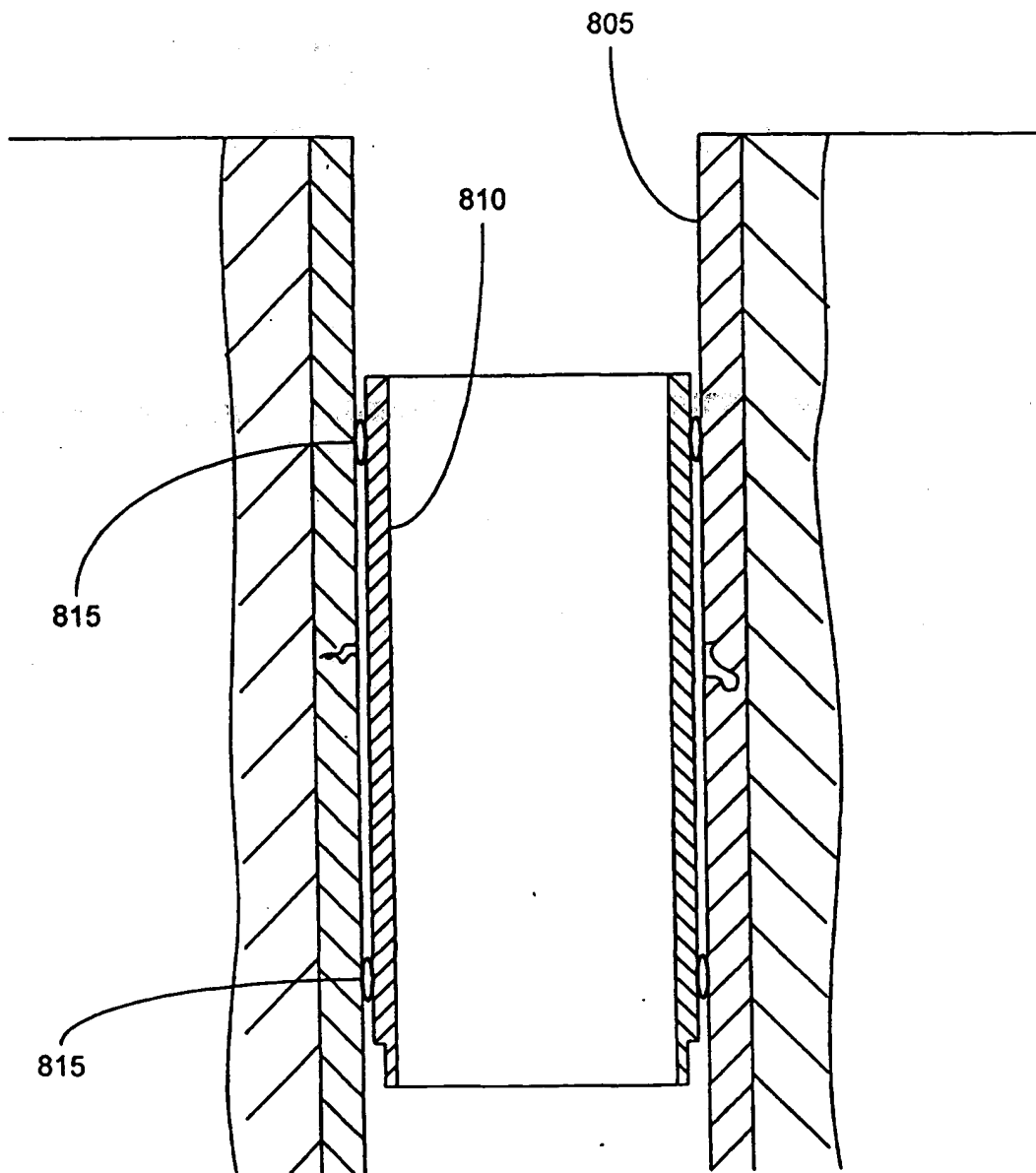
FIGUR 5



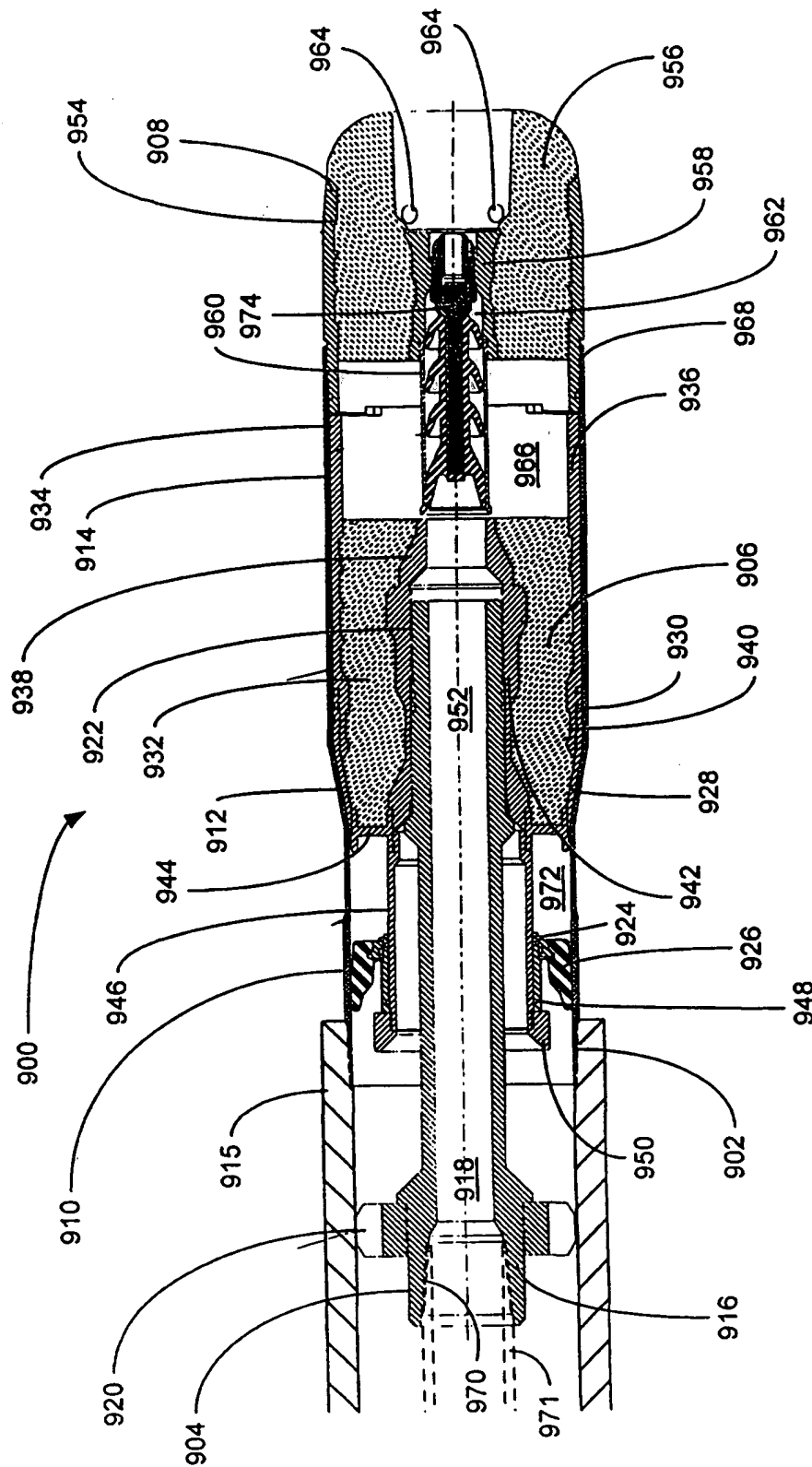
FIGUR 6



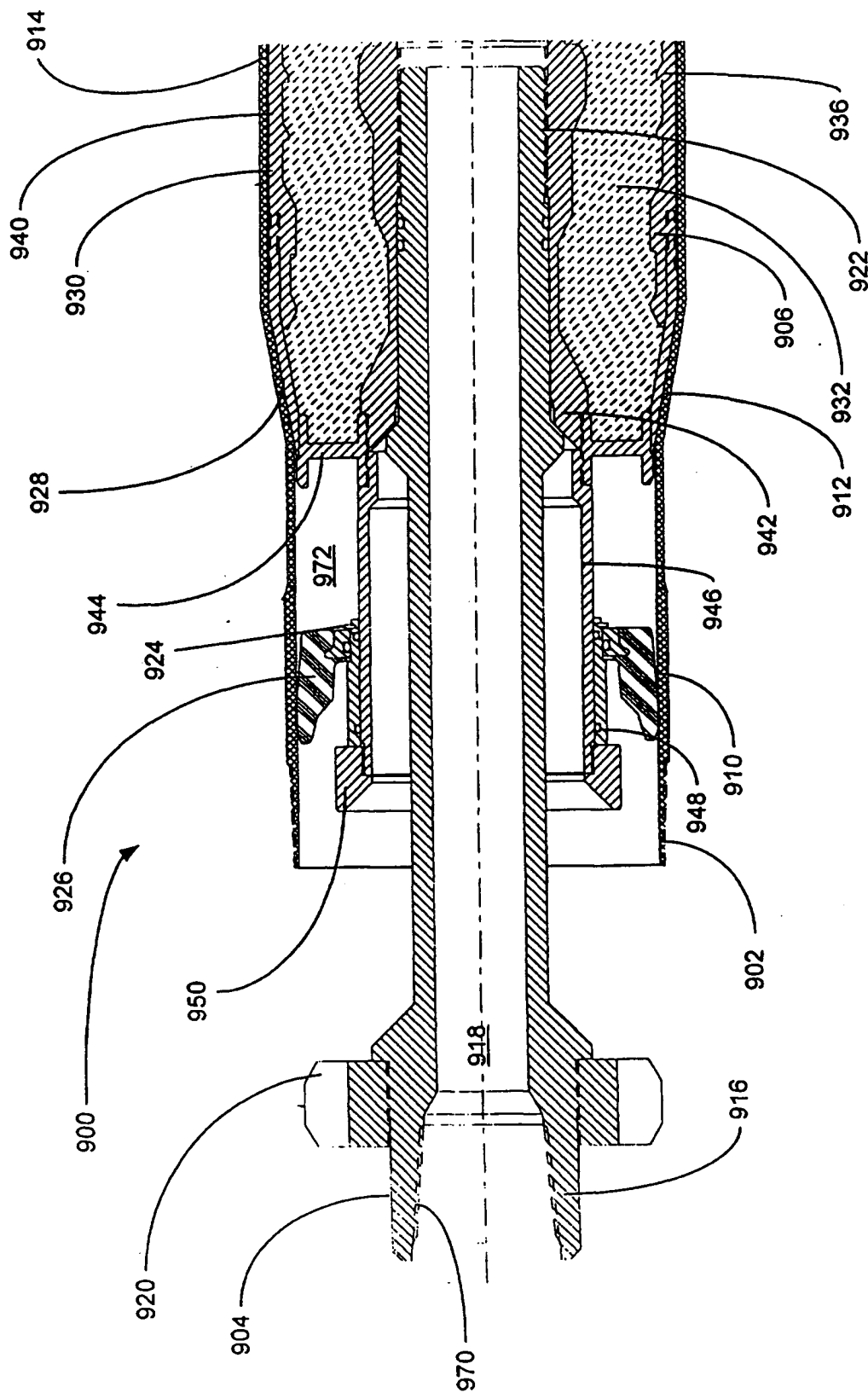
FIGUR 7



FIGUR 8

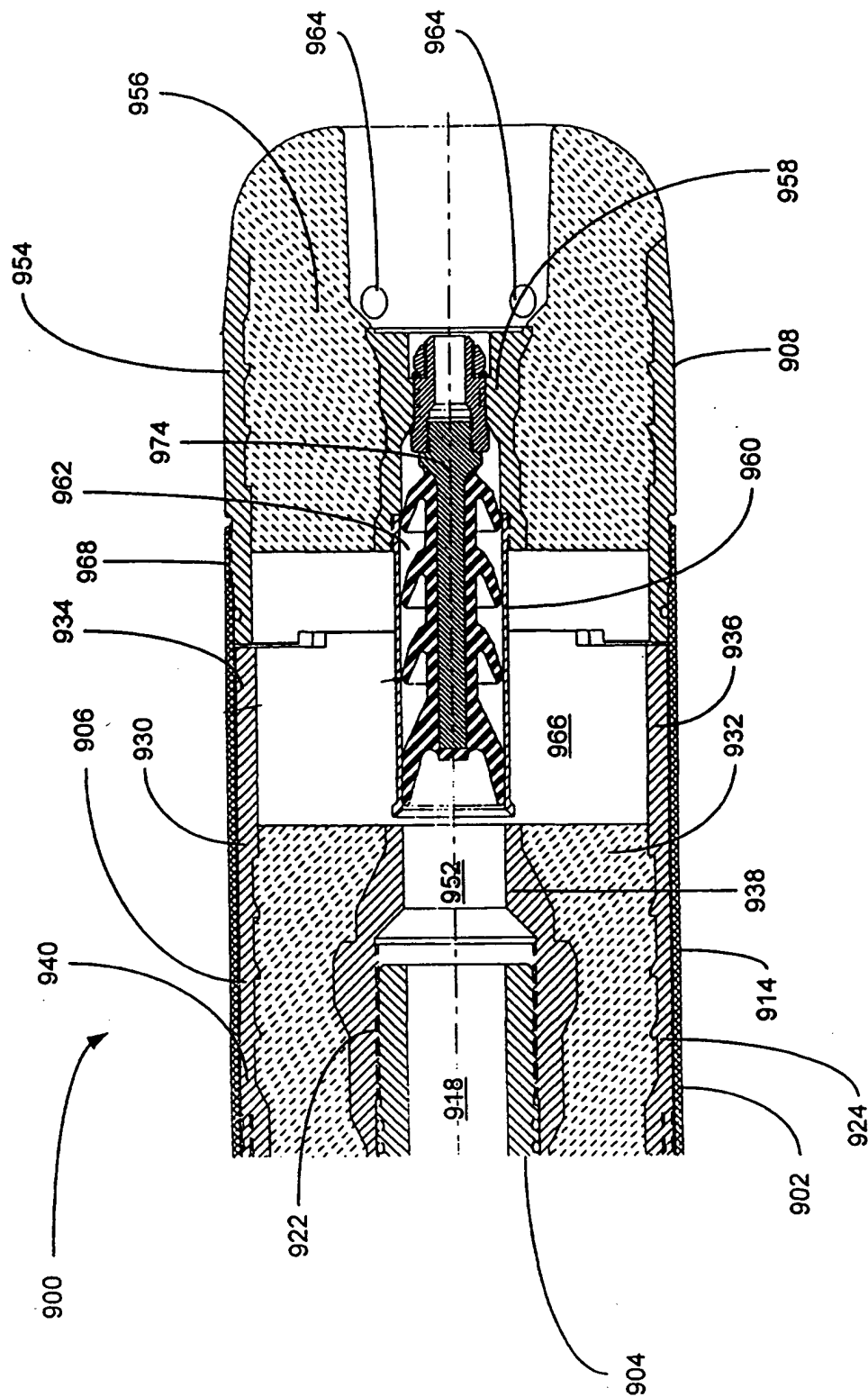


FIGUR 9

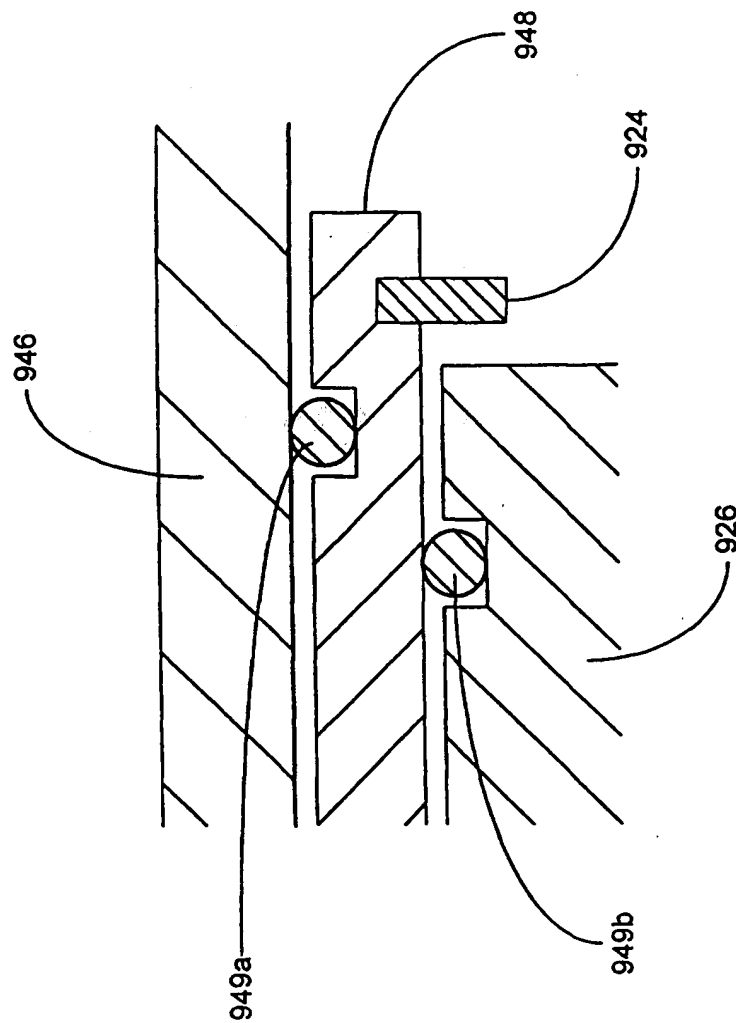


FIGUR 9a

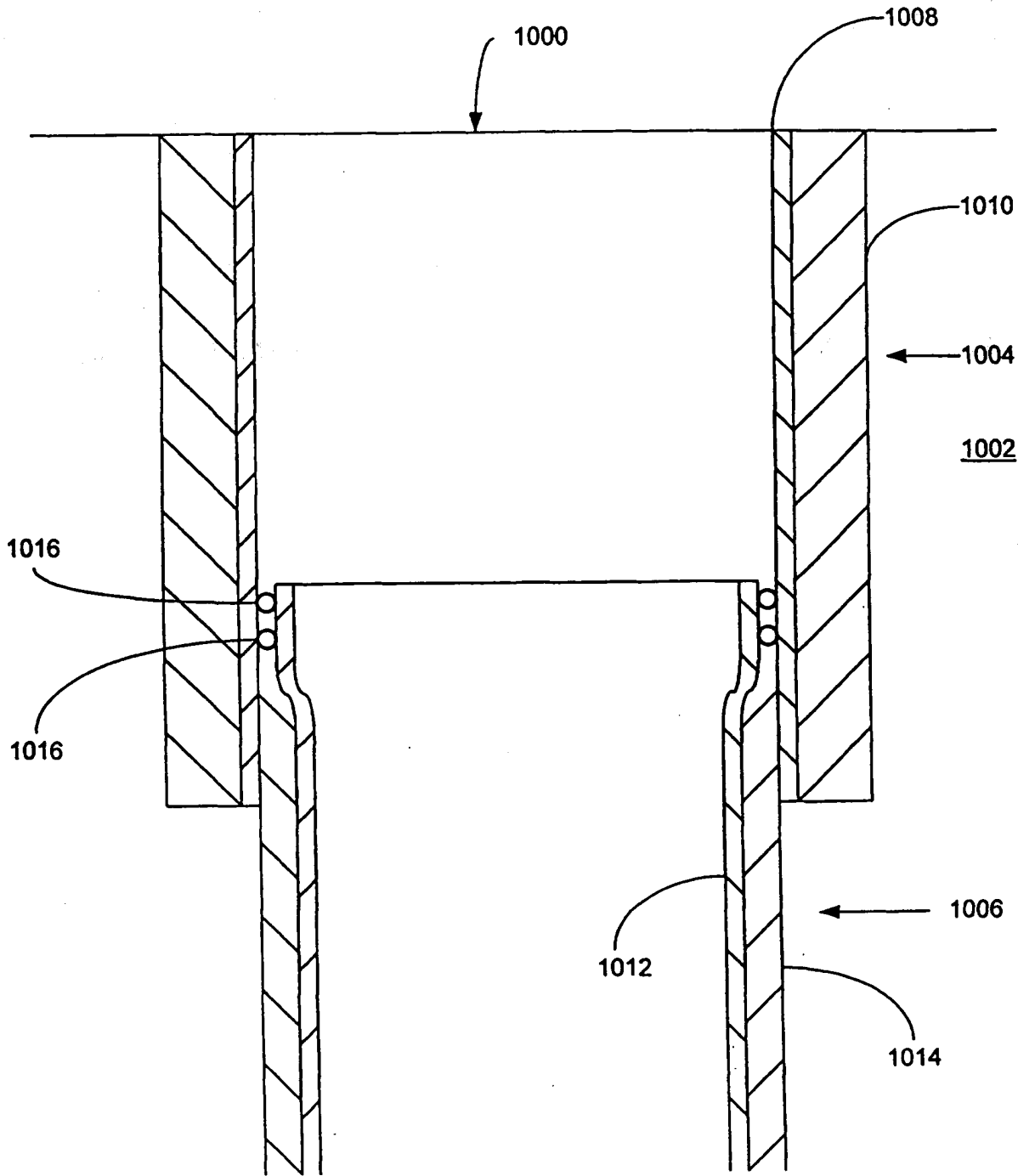




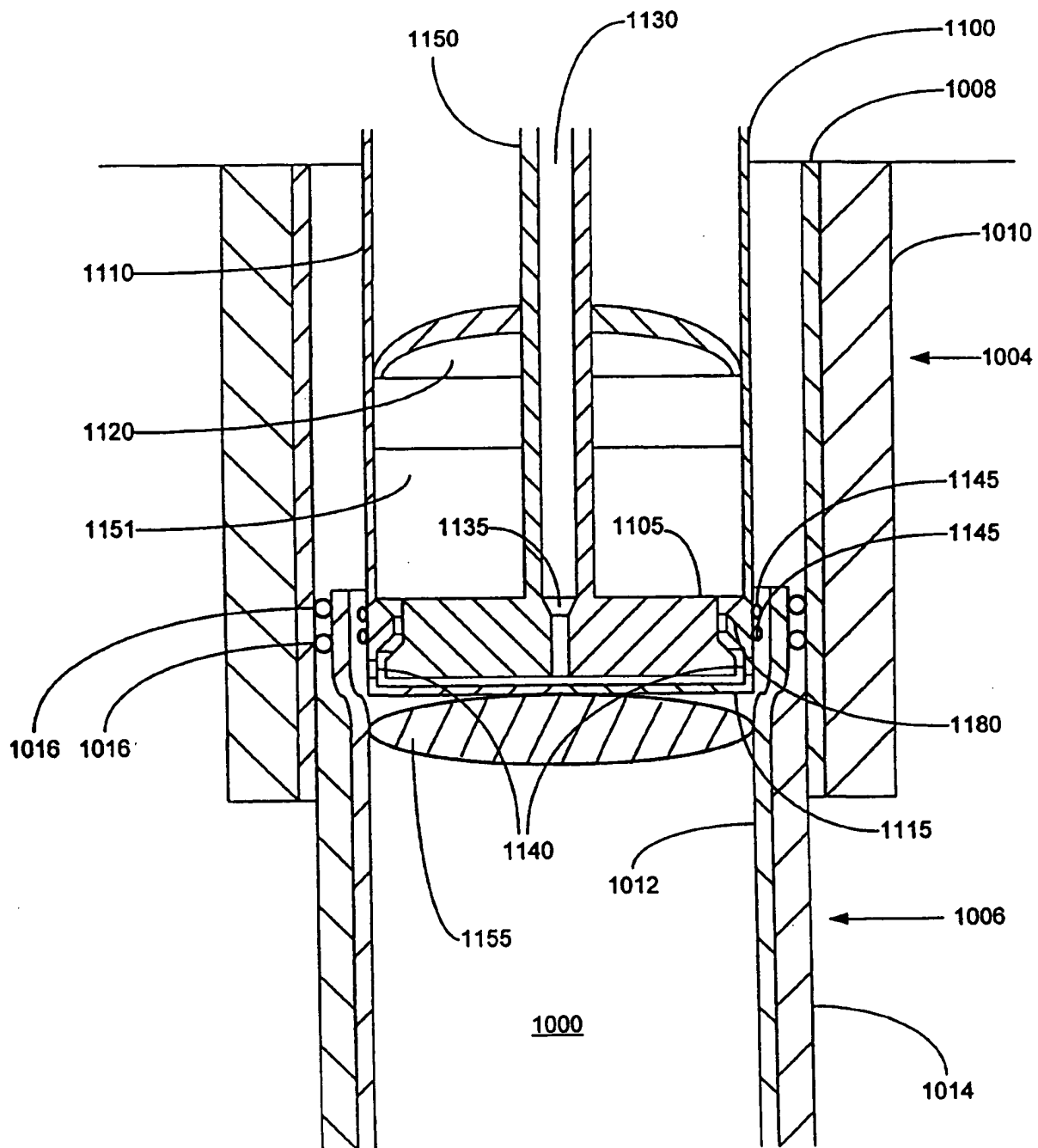
FIGUR 9b



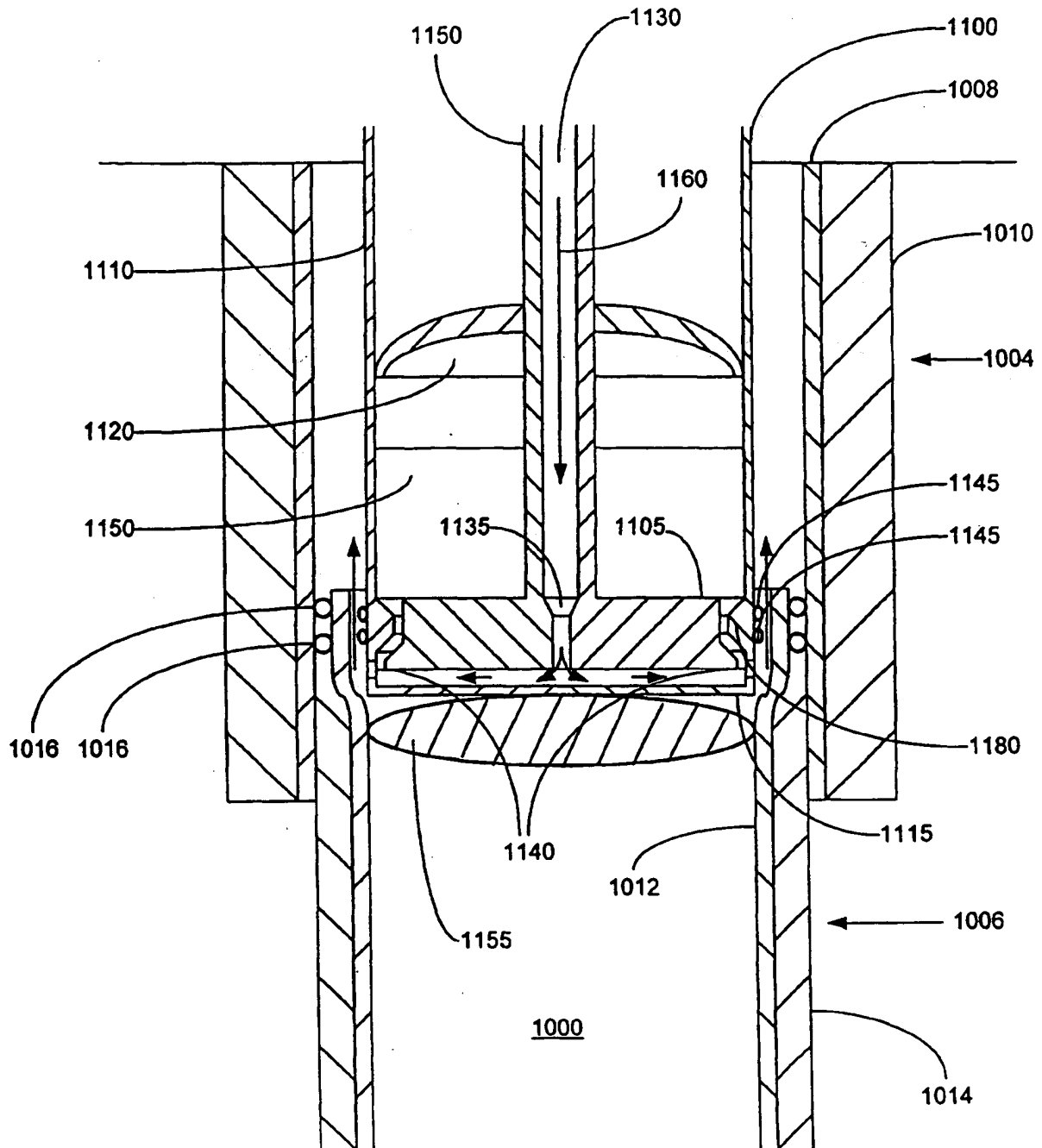
FIGUR: 9C



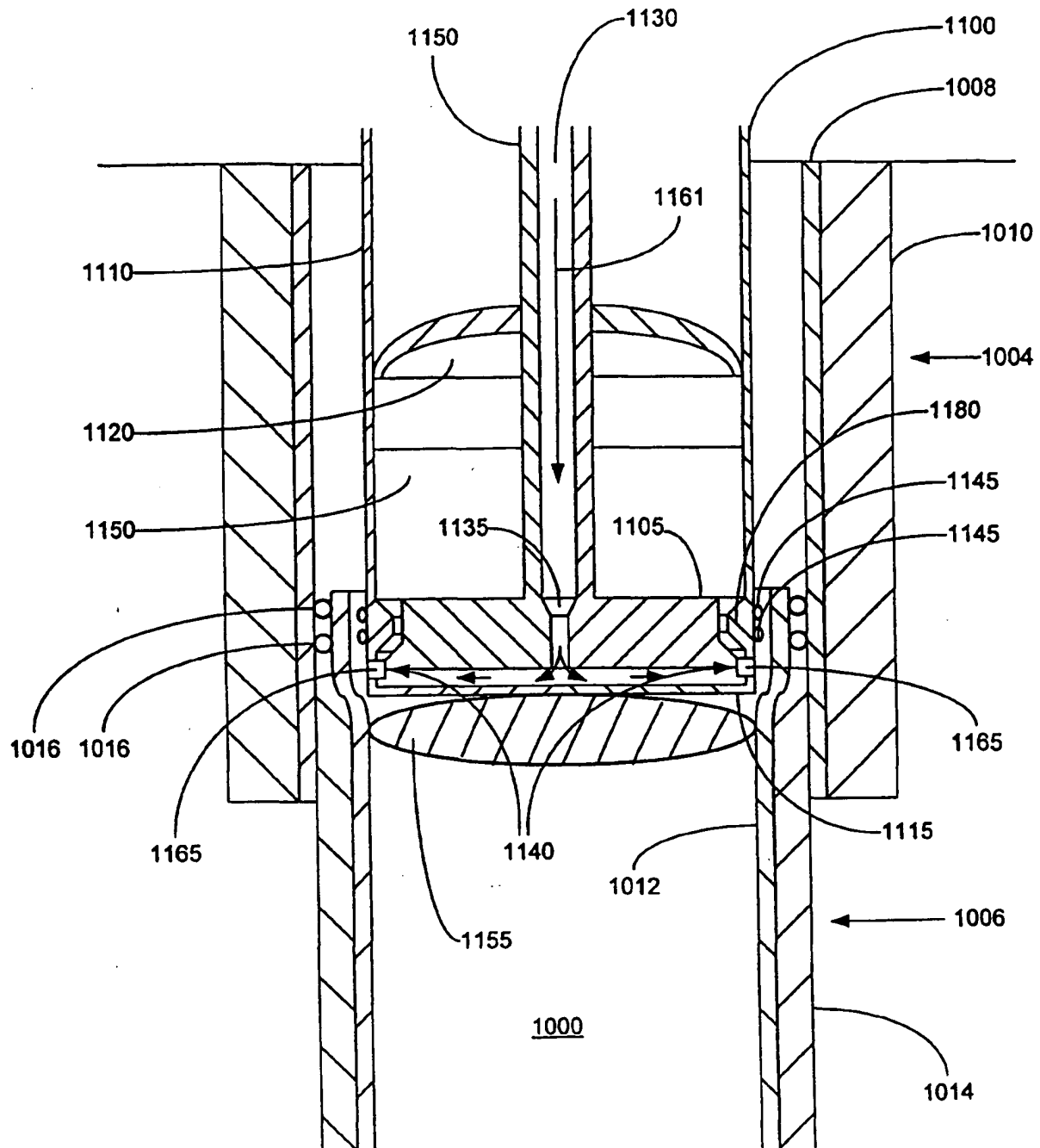
FIGUR 10a



FIGUR 10b

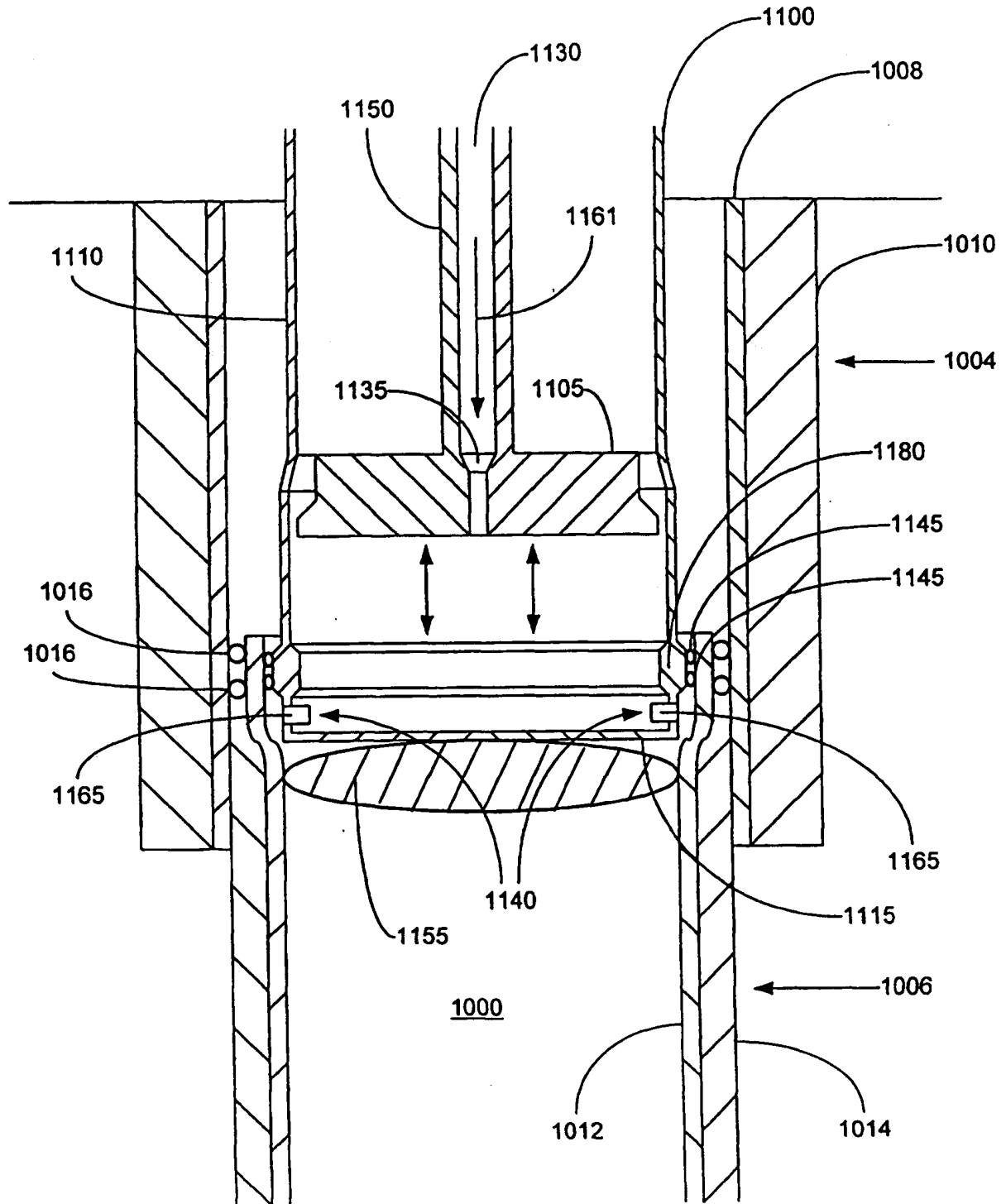


FIGUR 10c

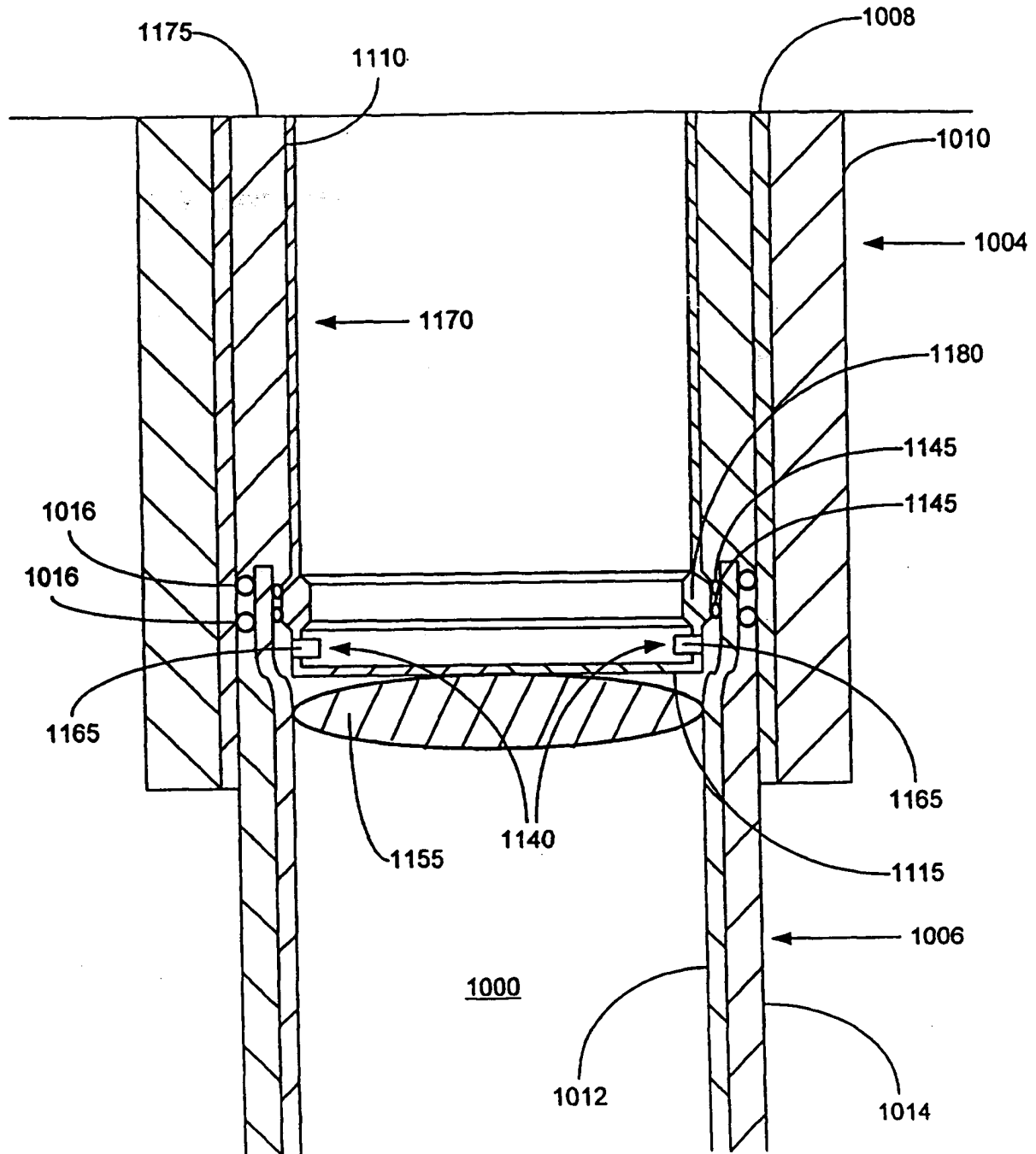


FIGUR 10d

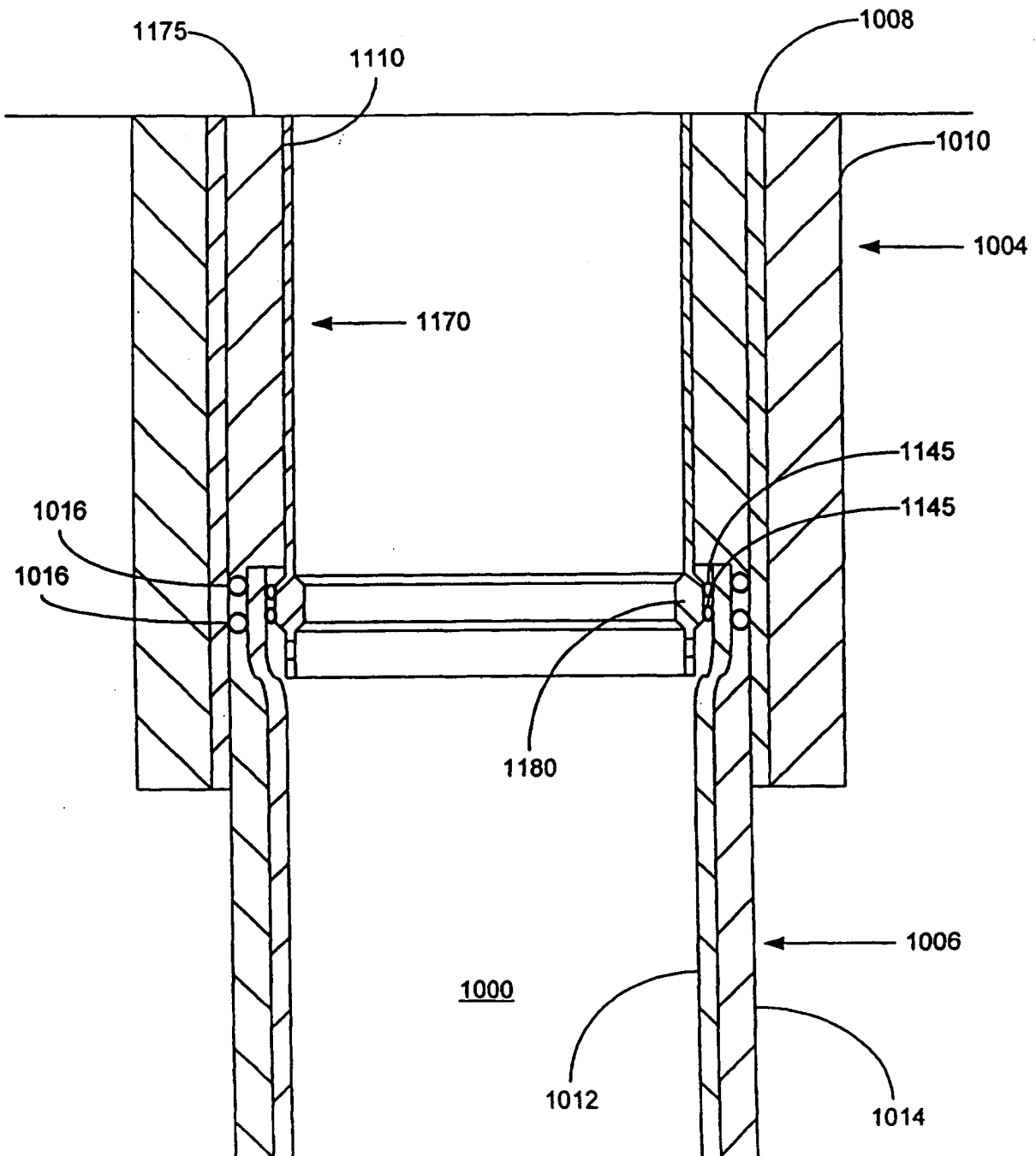




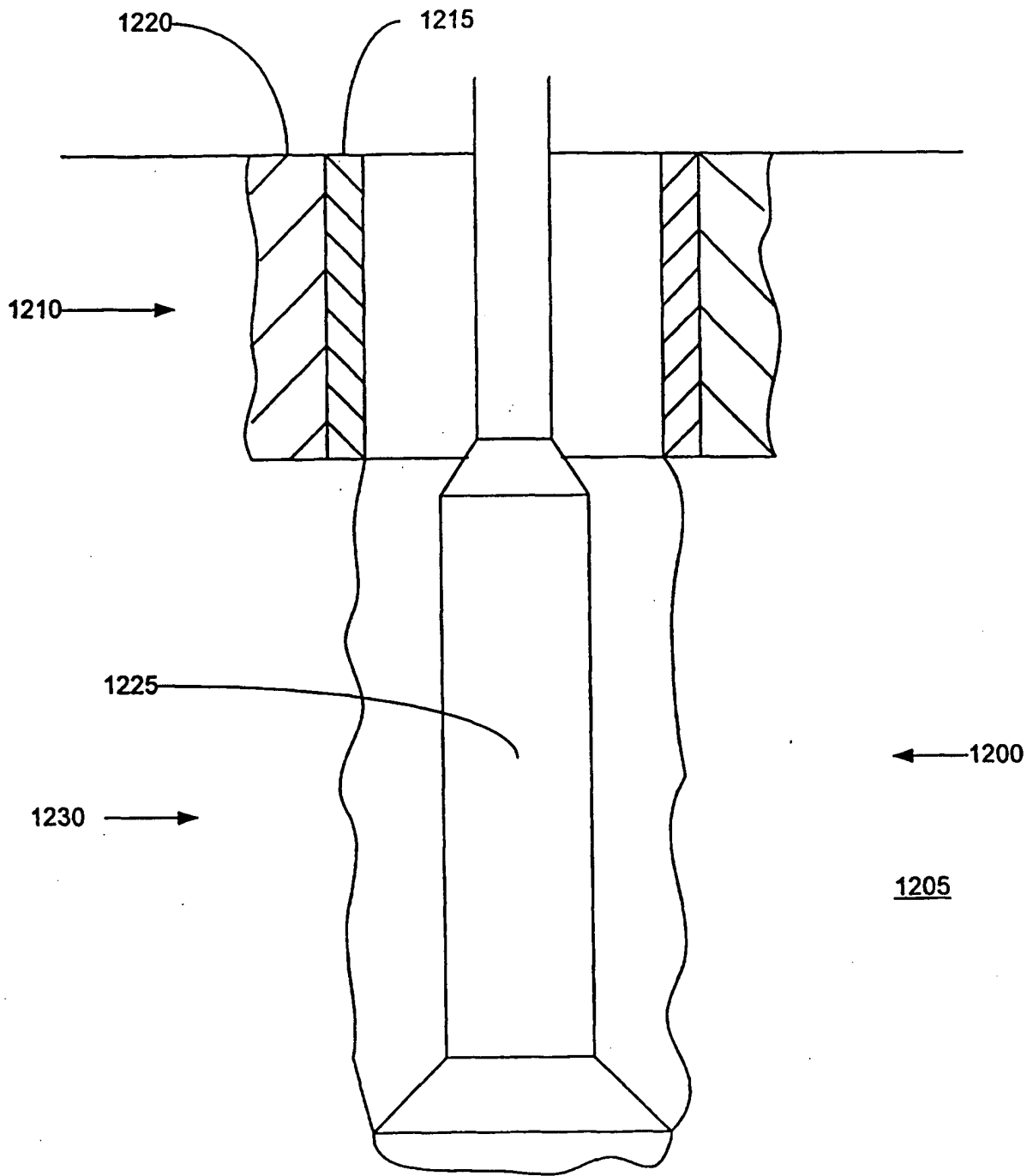
FIGUR 10e



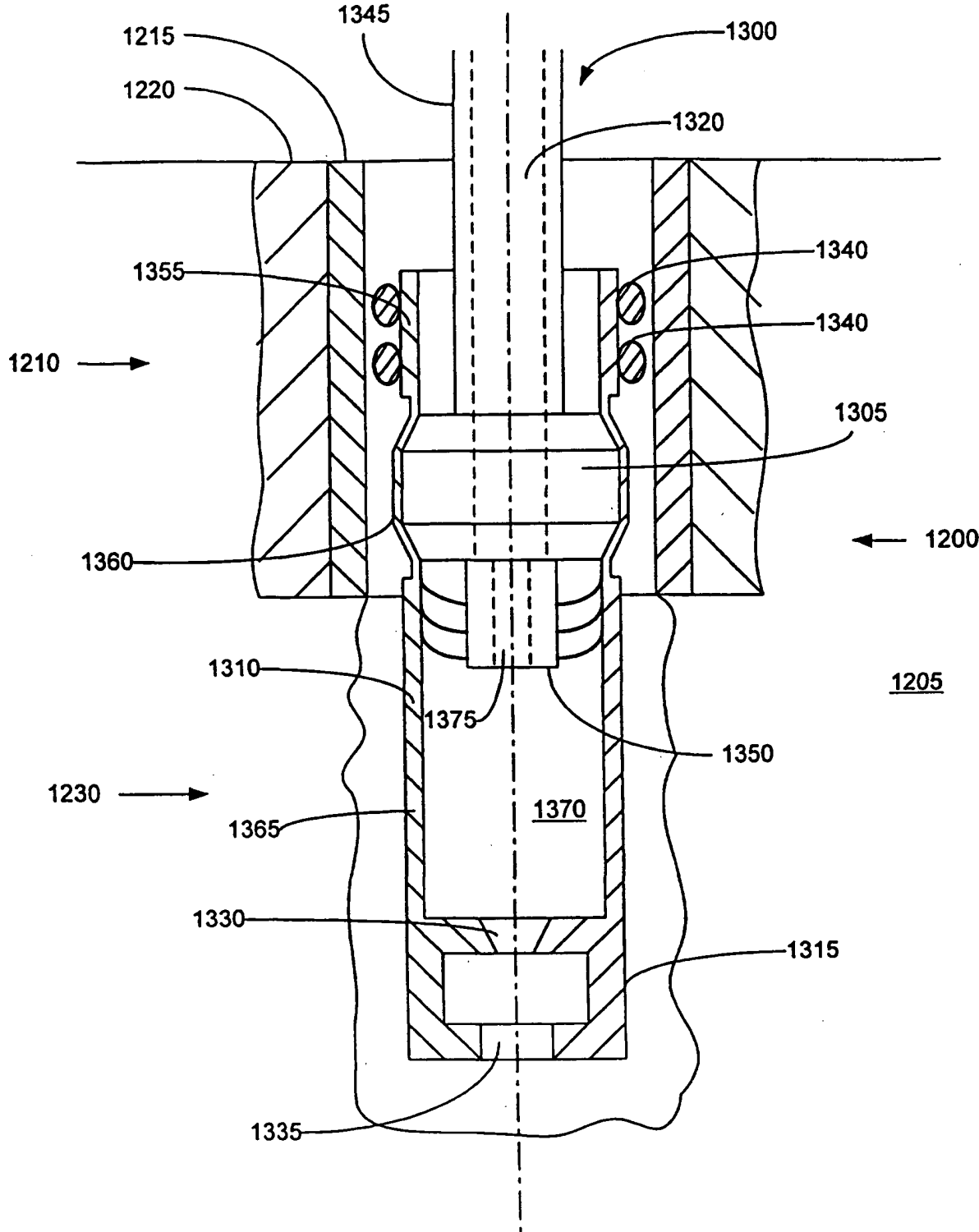
FIGUR 10f



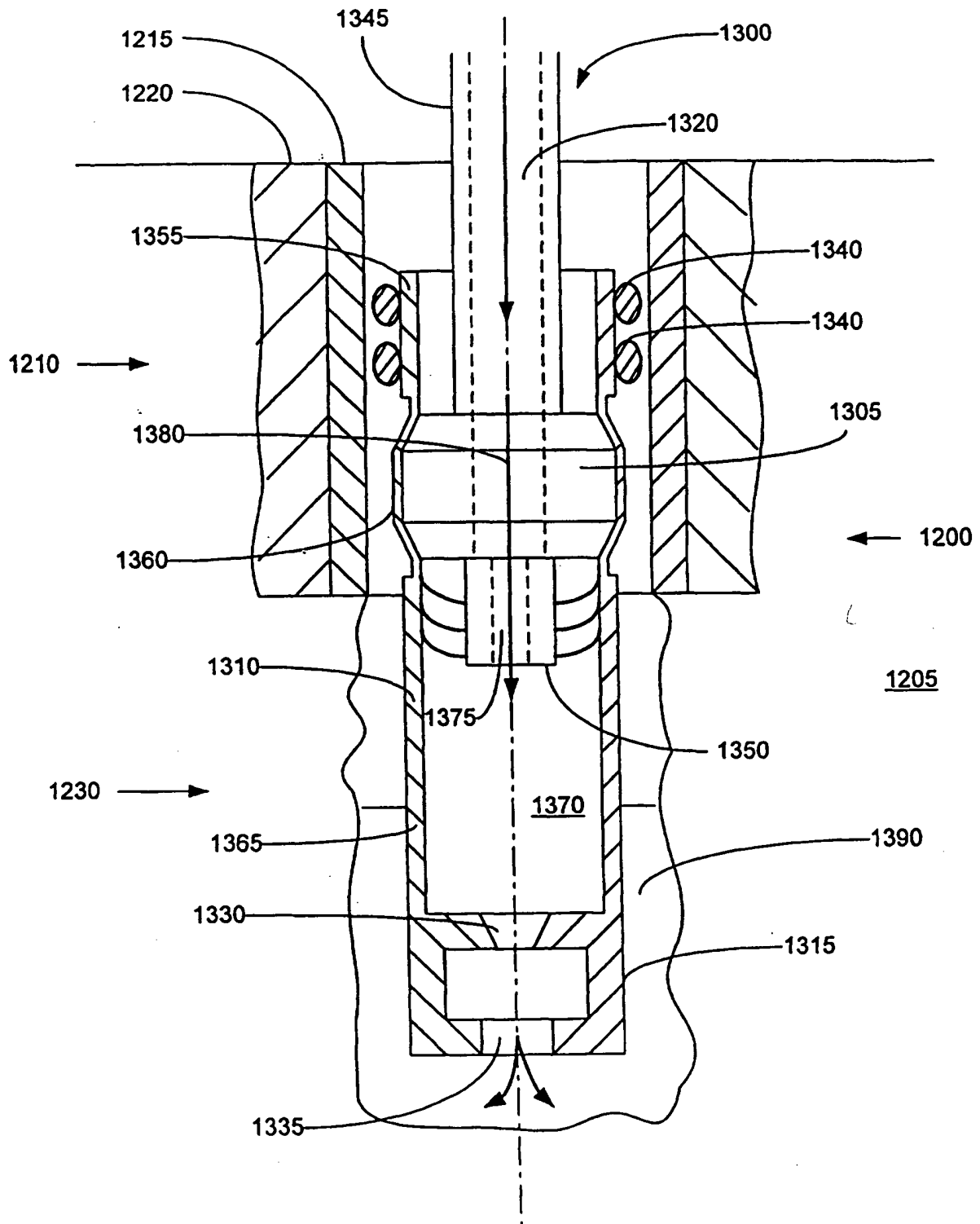
FIGUR 10g



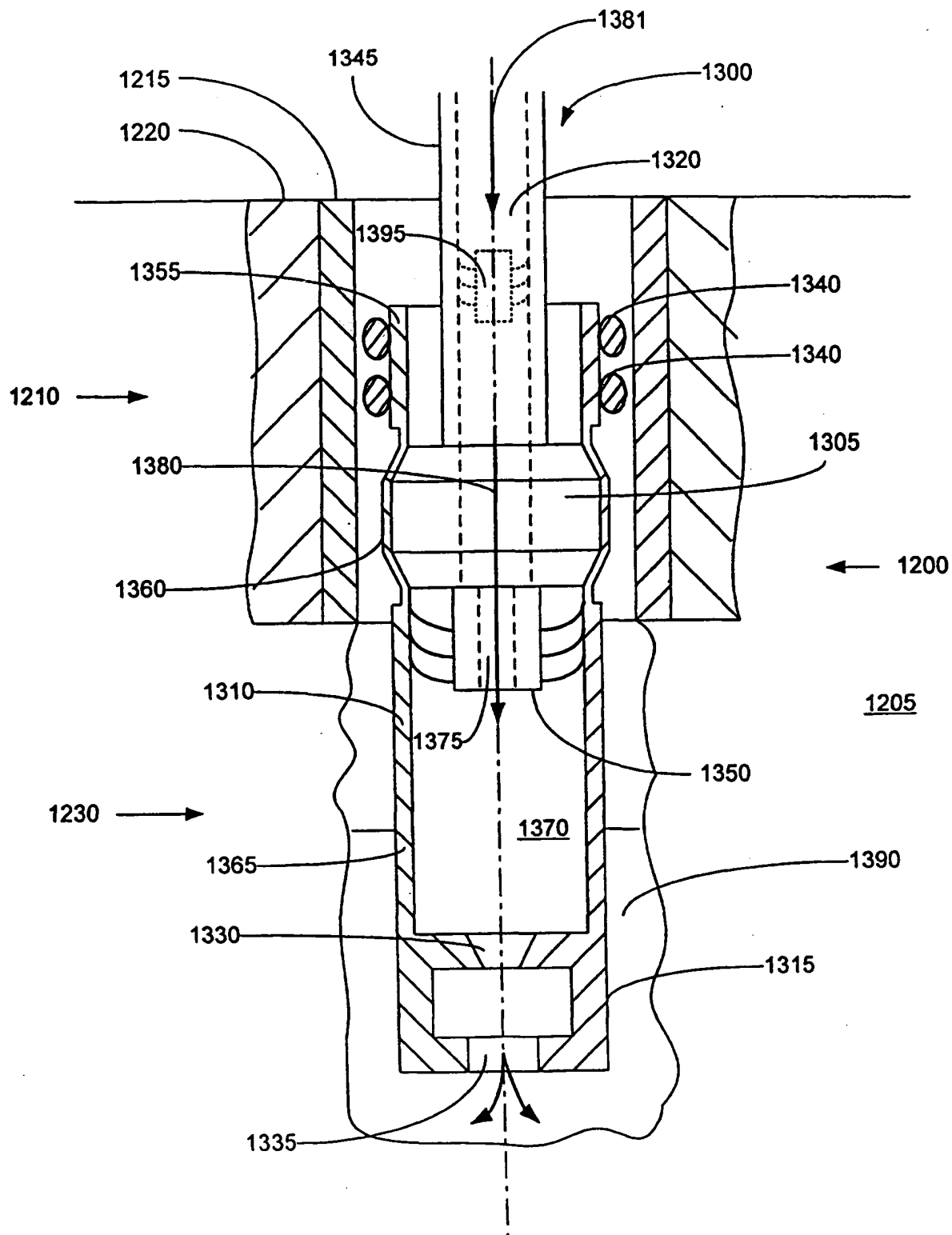
FIGUR 11a



FIGUR 11b

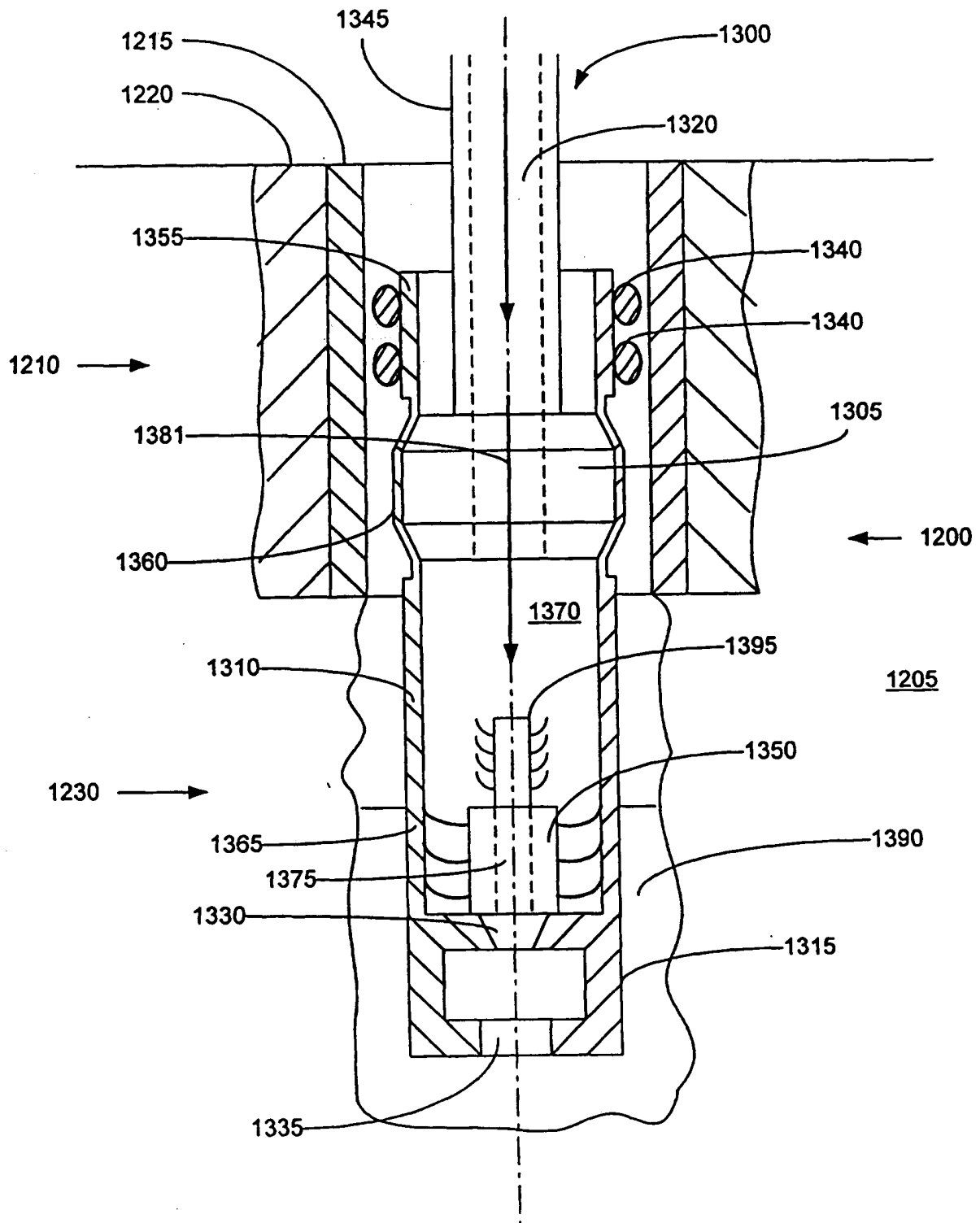


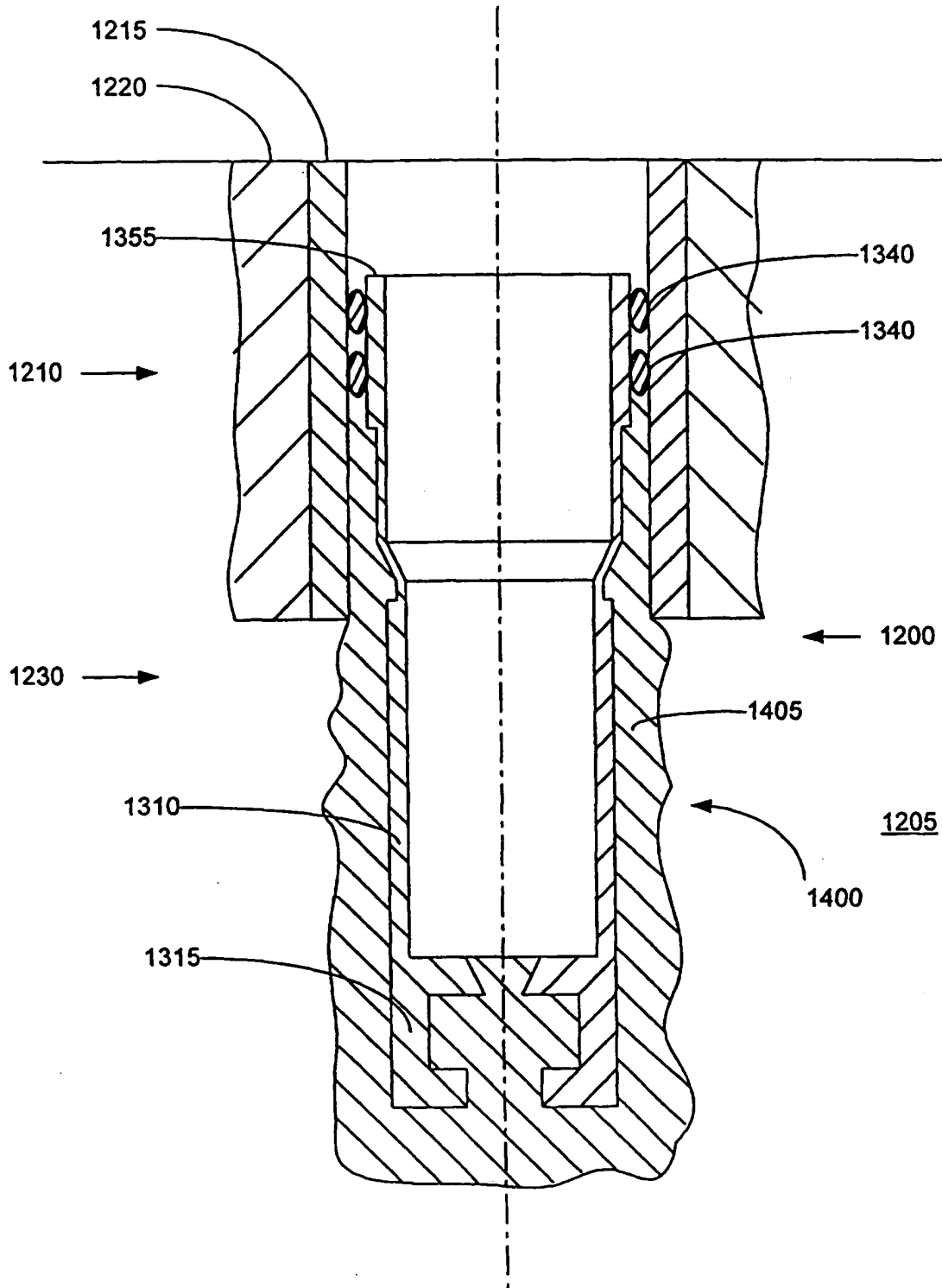
FIGUR 11c



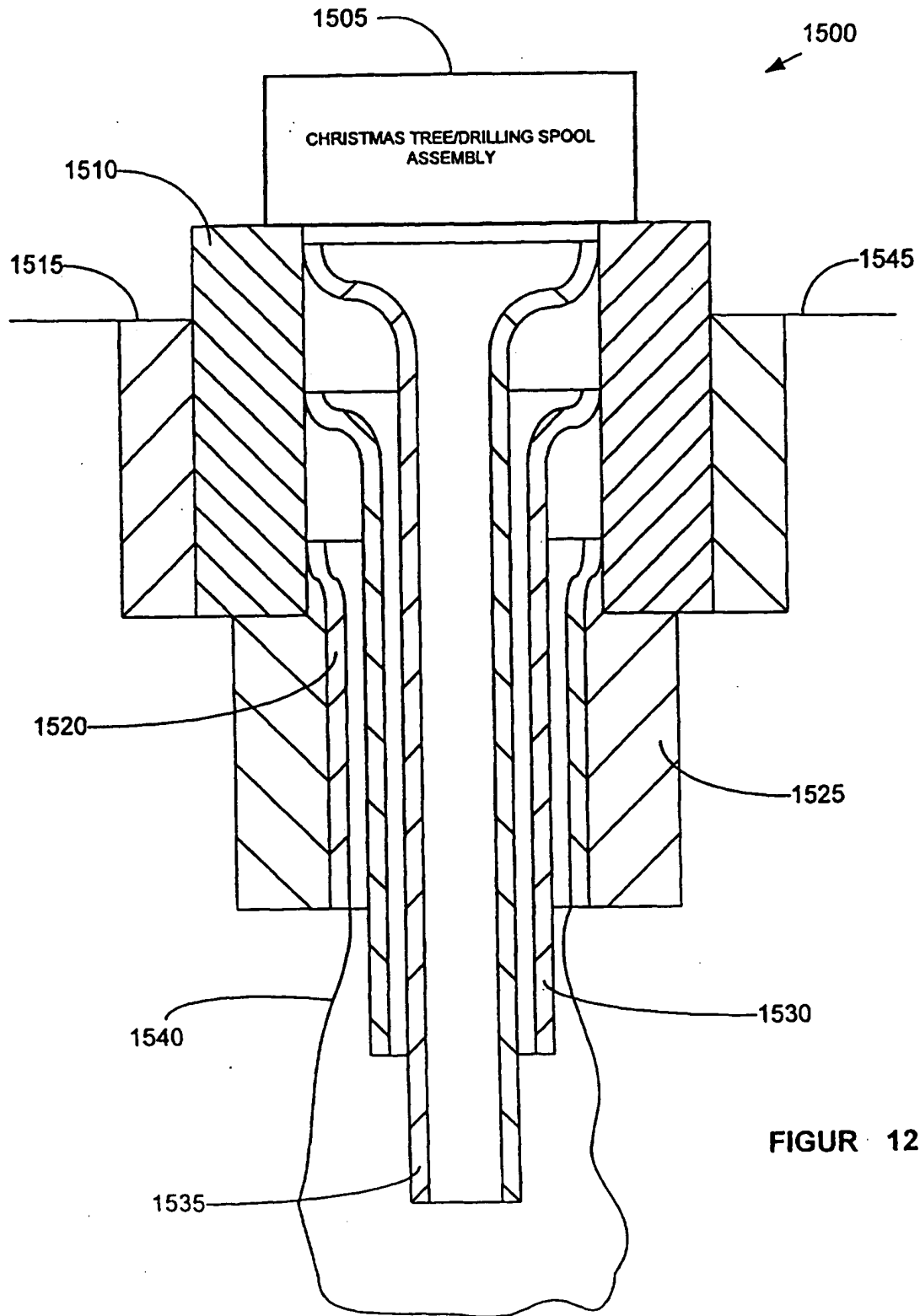
FIGUR 11d



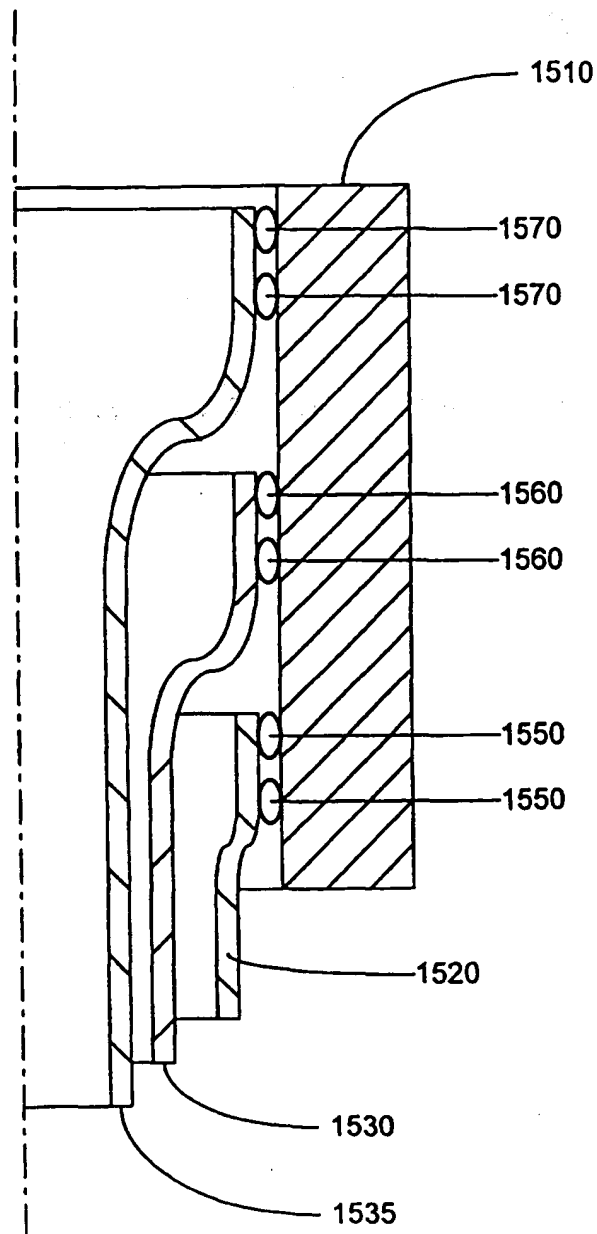




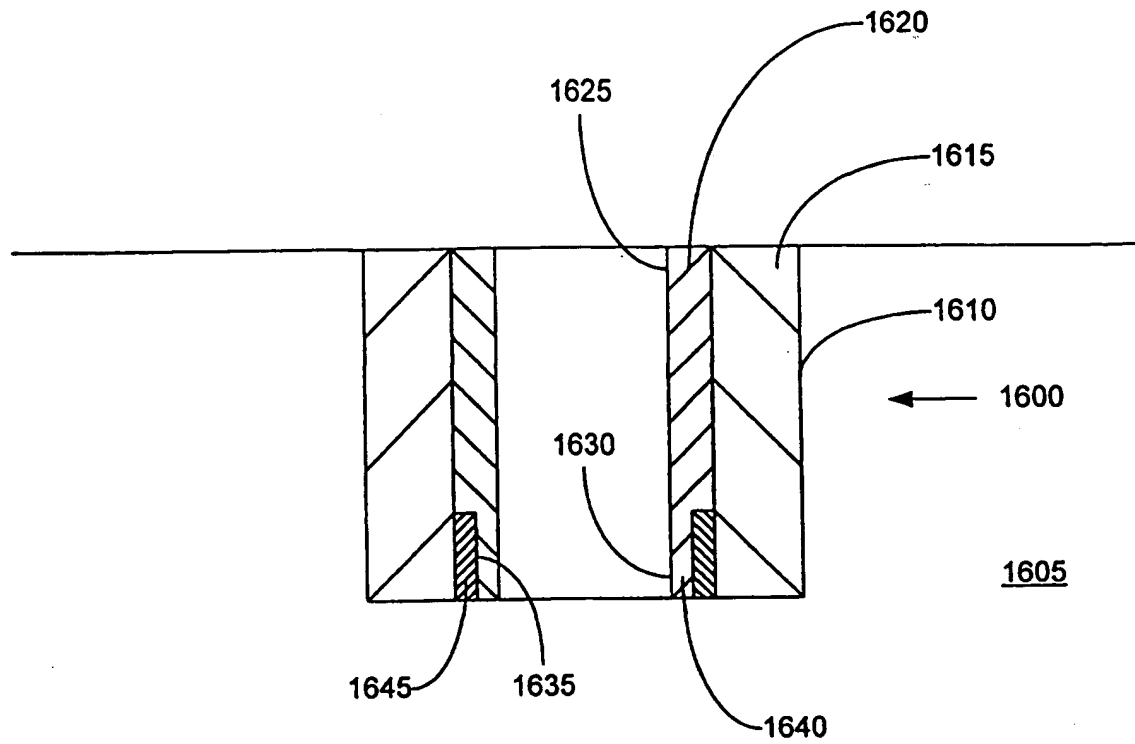
FIGUR. 11f



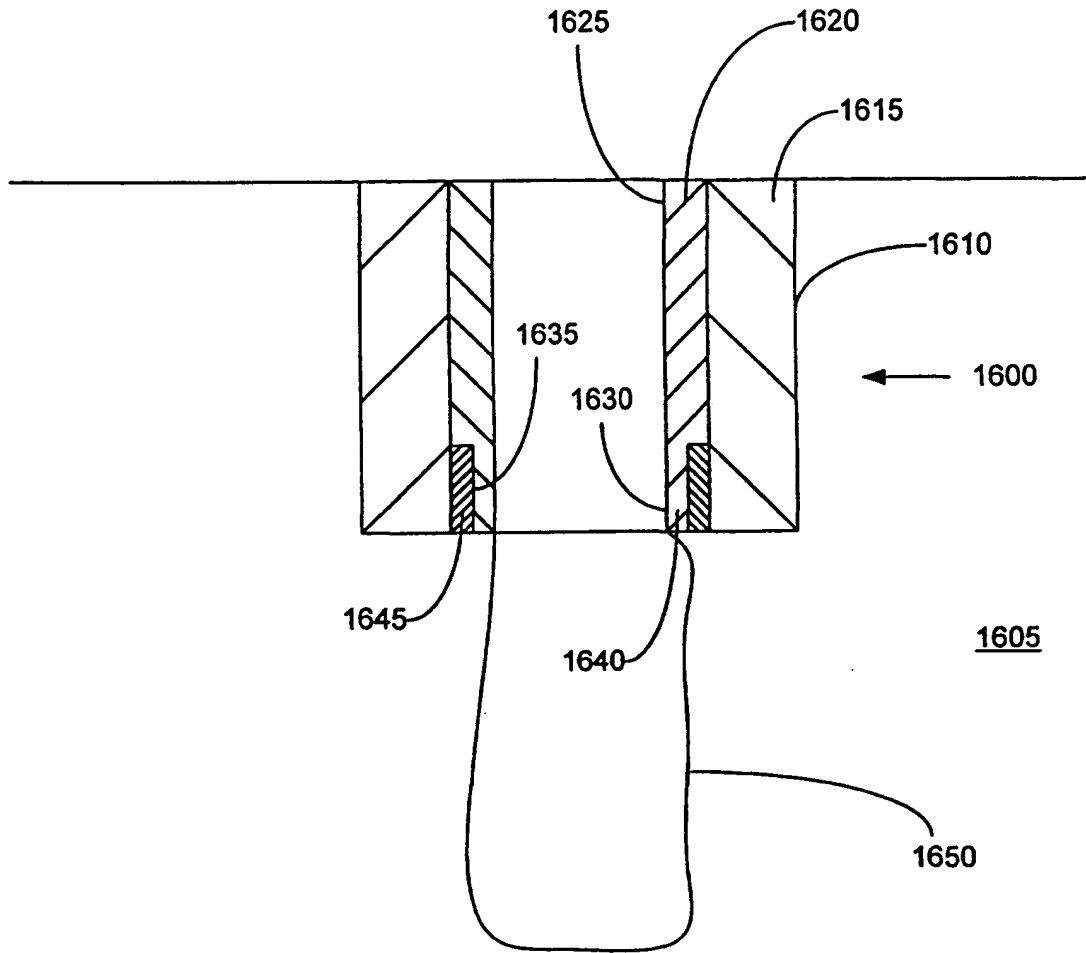
FIGUR 12



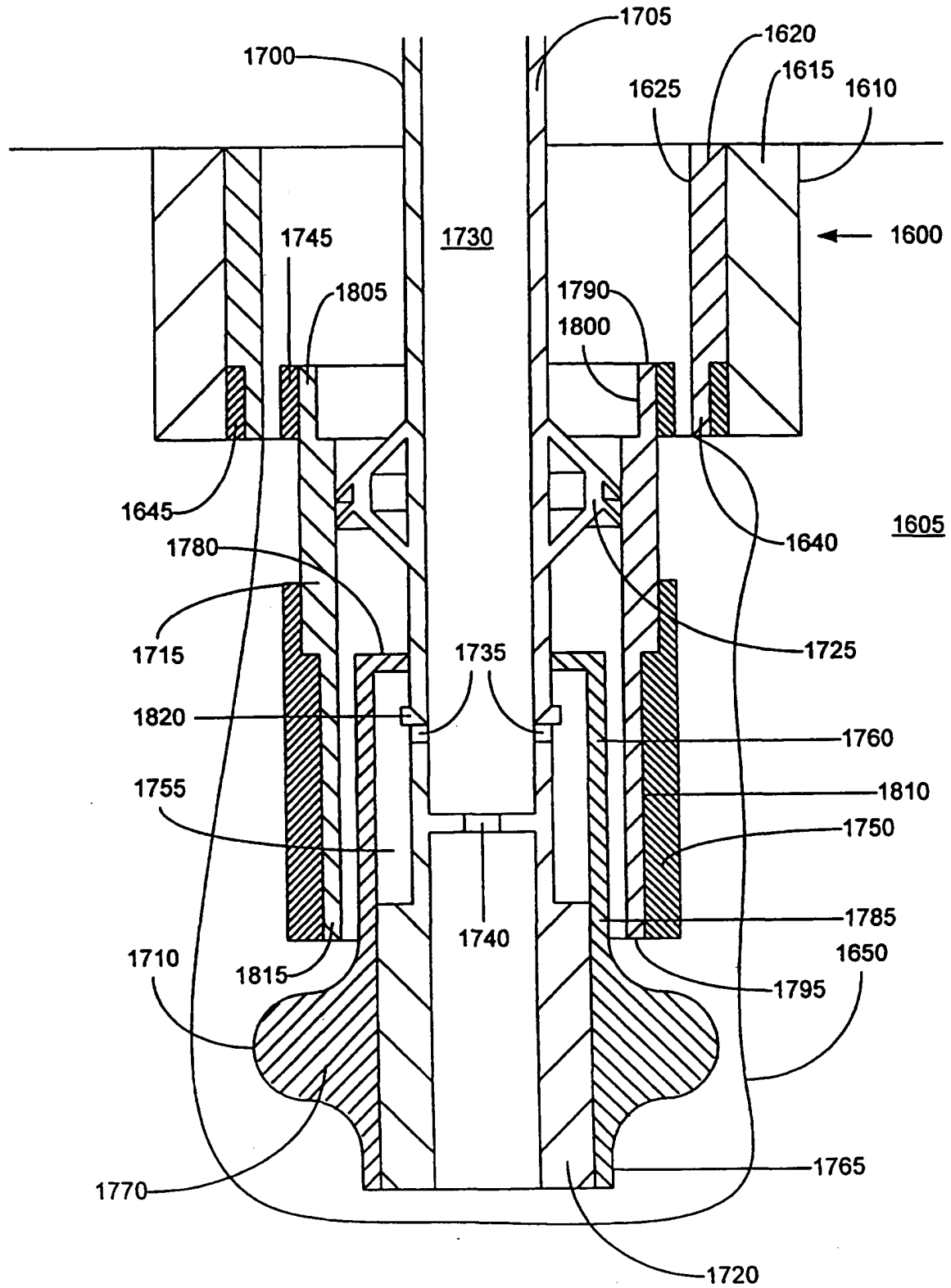
FIGUR 13



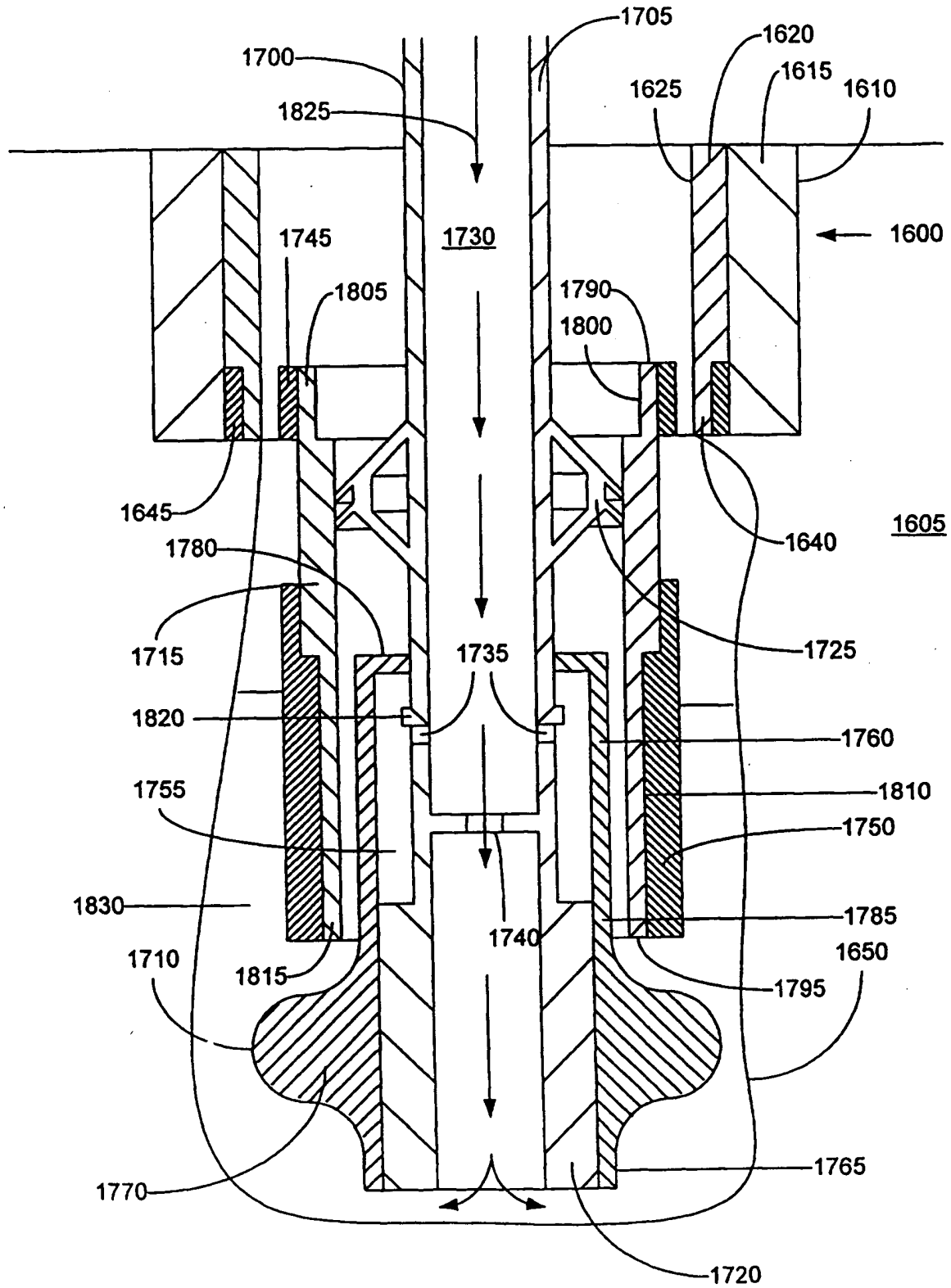
FIGUR. 14a



FIGUR 14b

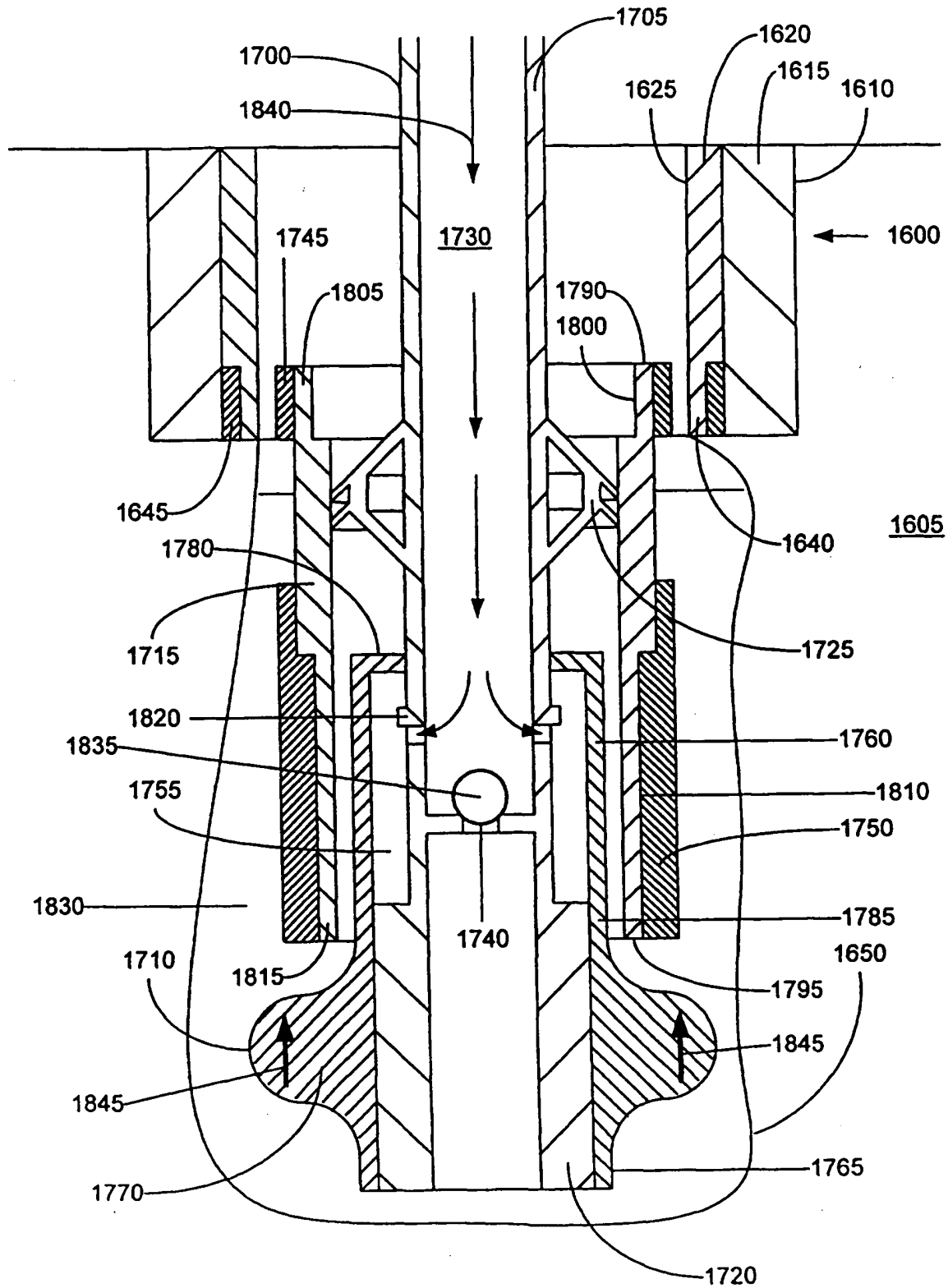


FIGUR 14c

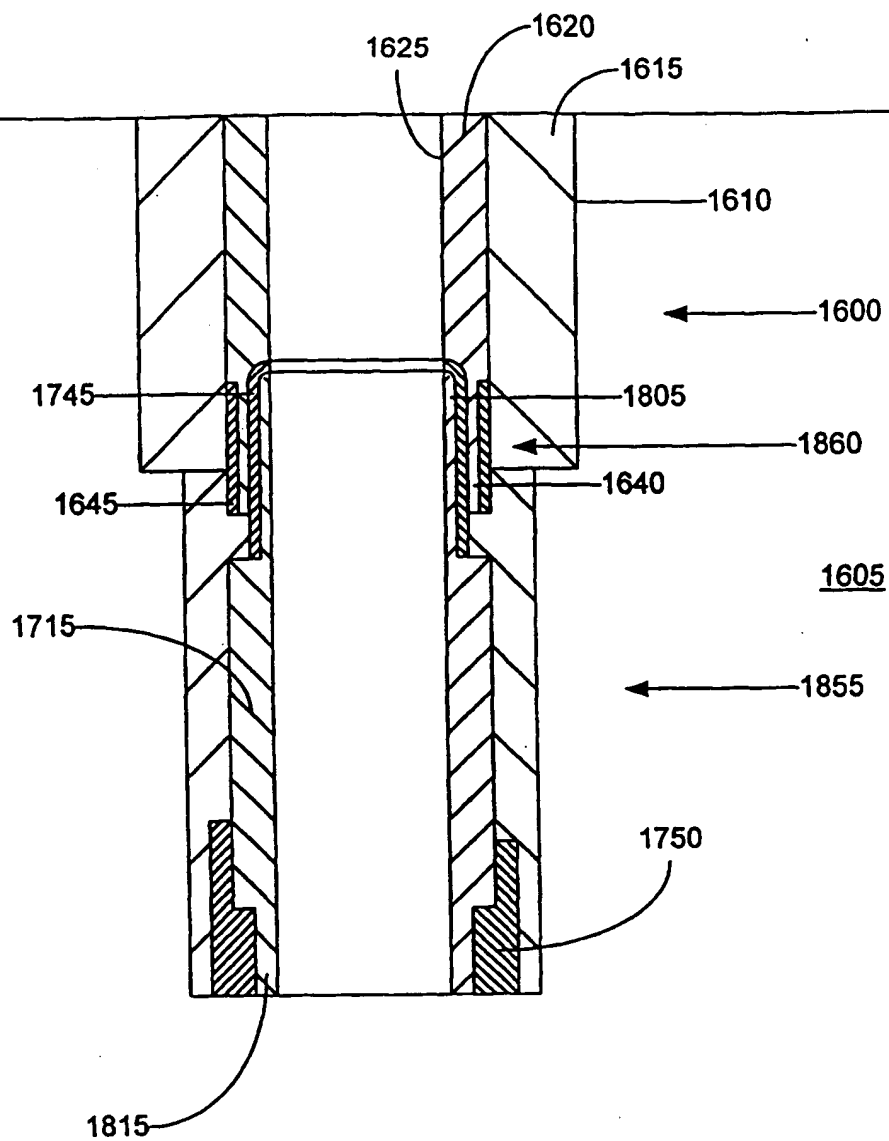


FIGUR 14d



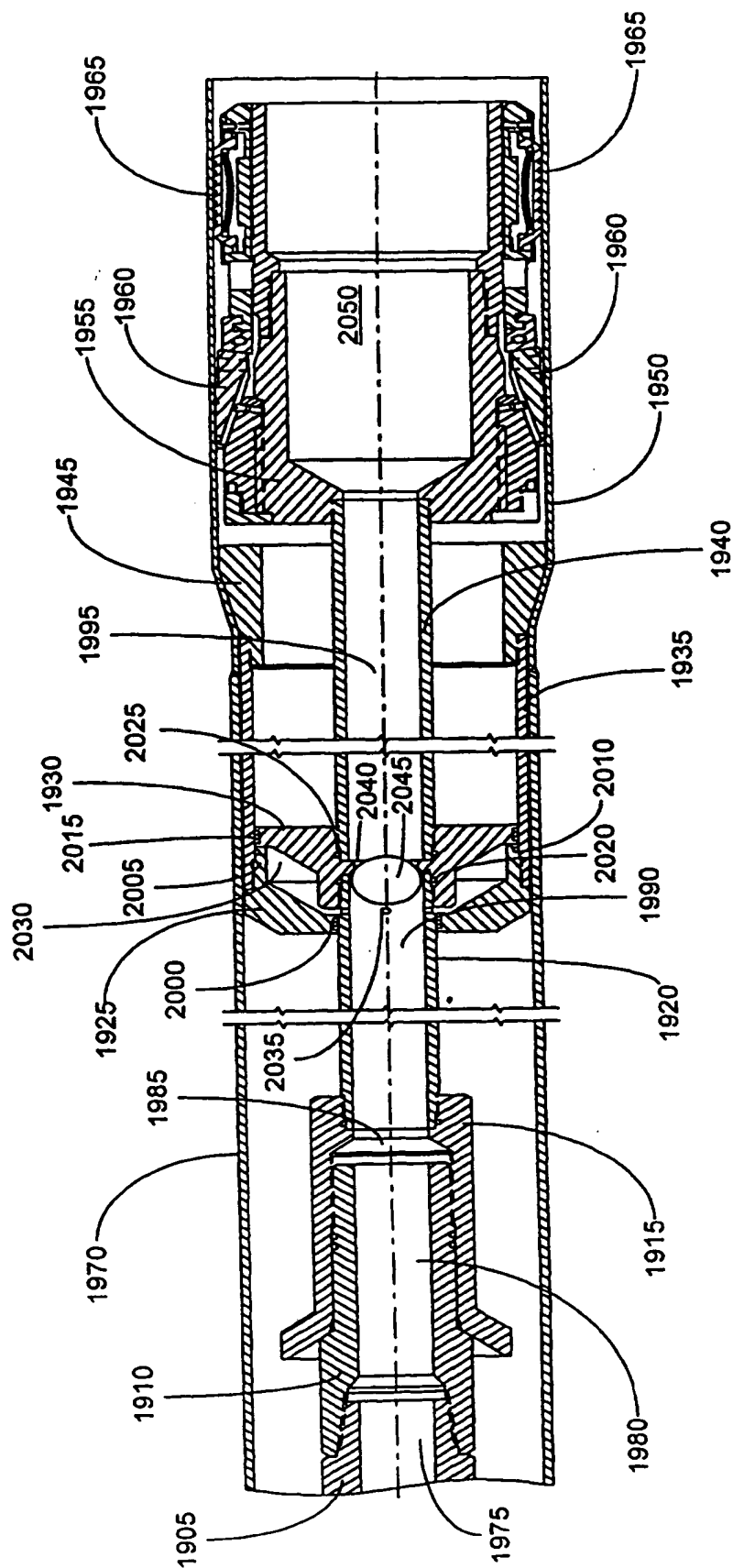


**FIGUR 14e**

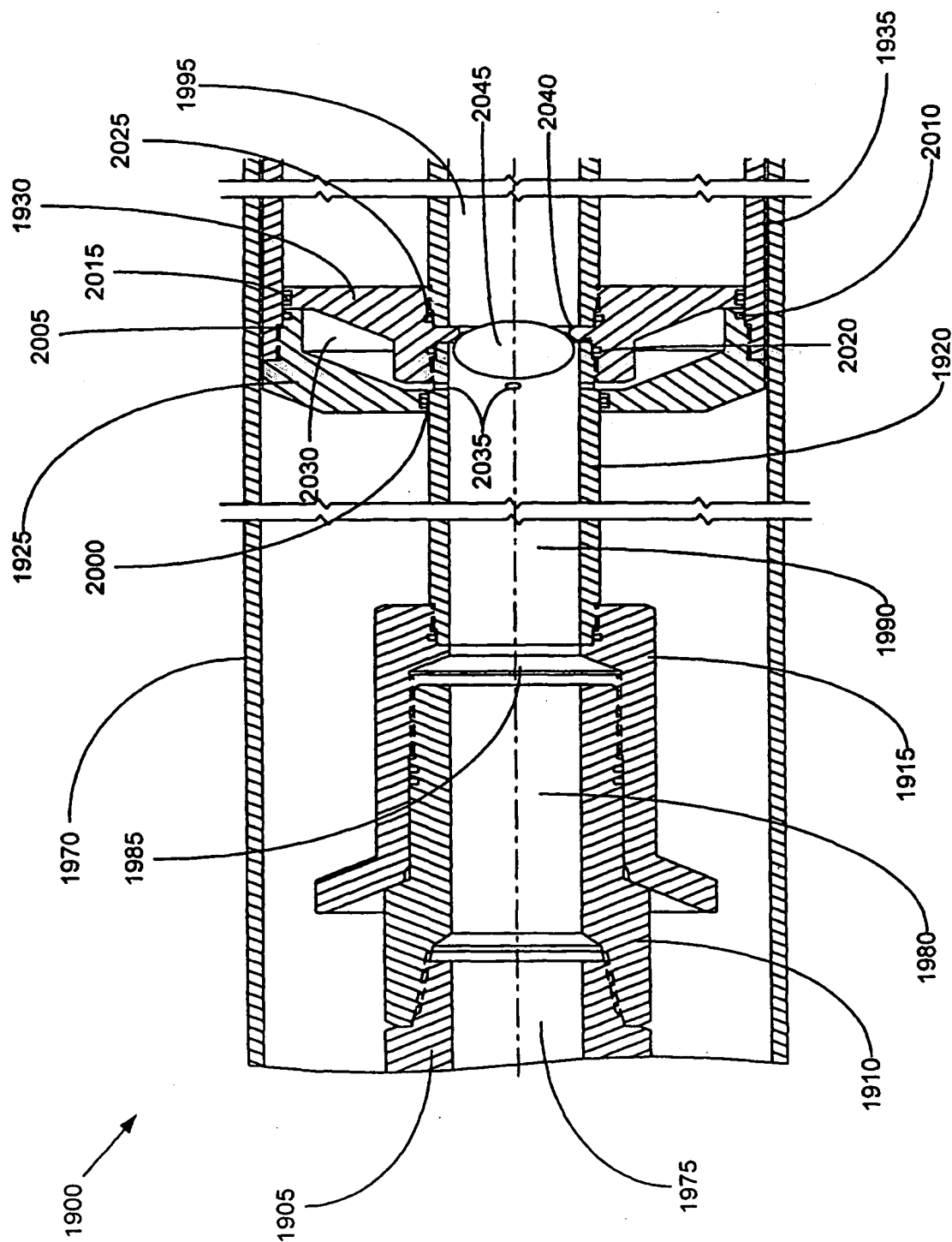


FIGUR: 14f

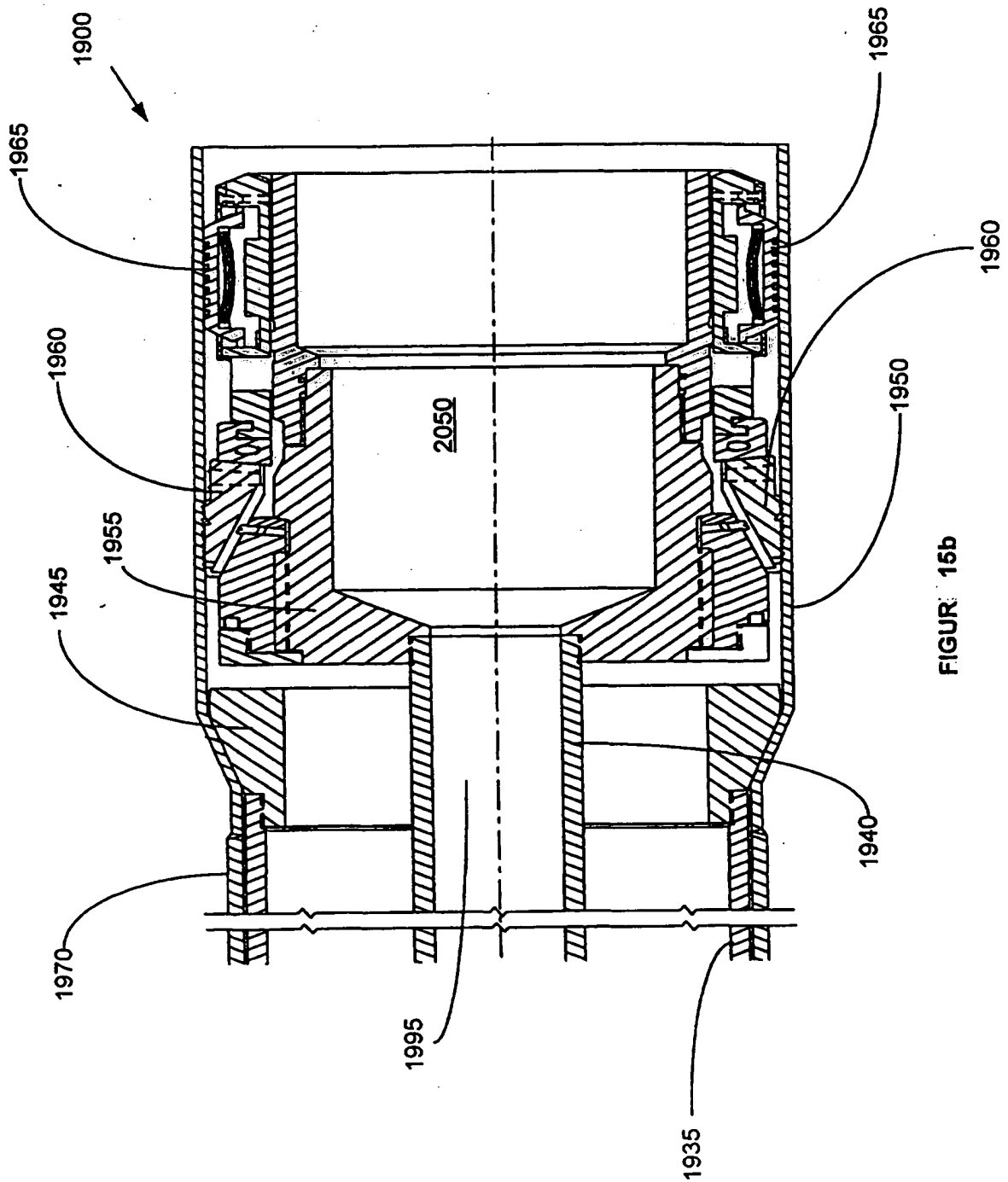
1900



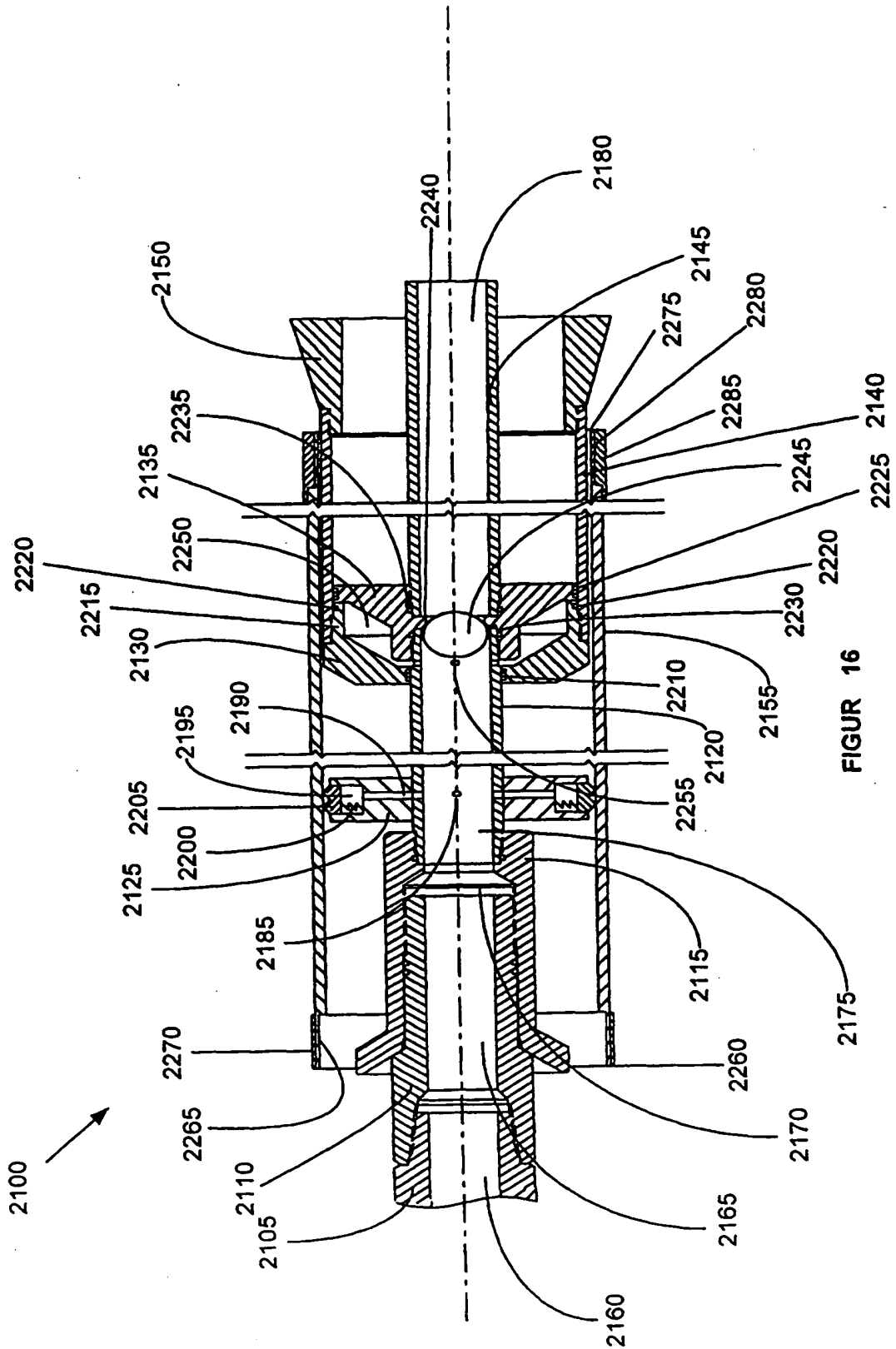
FIGUR 15

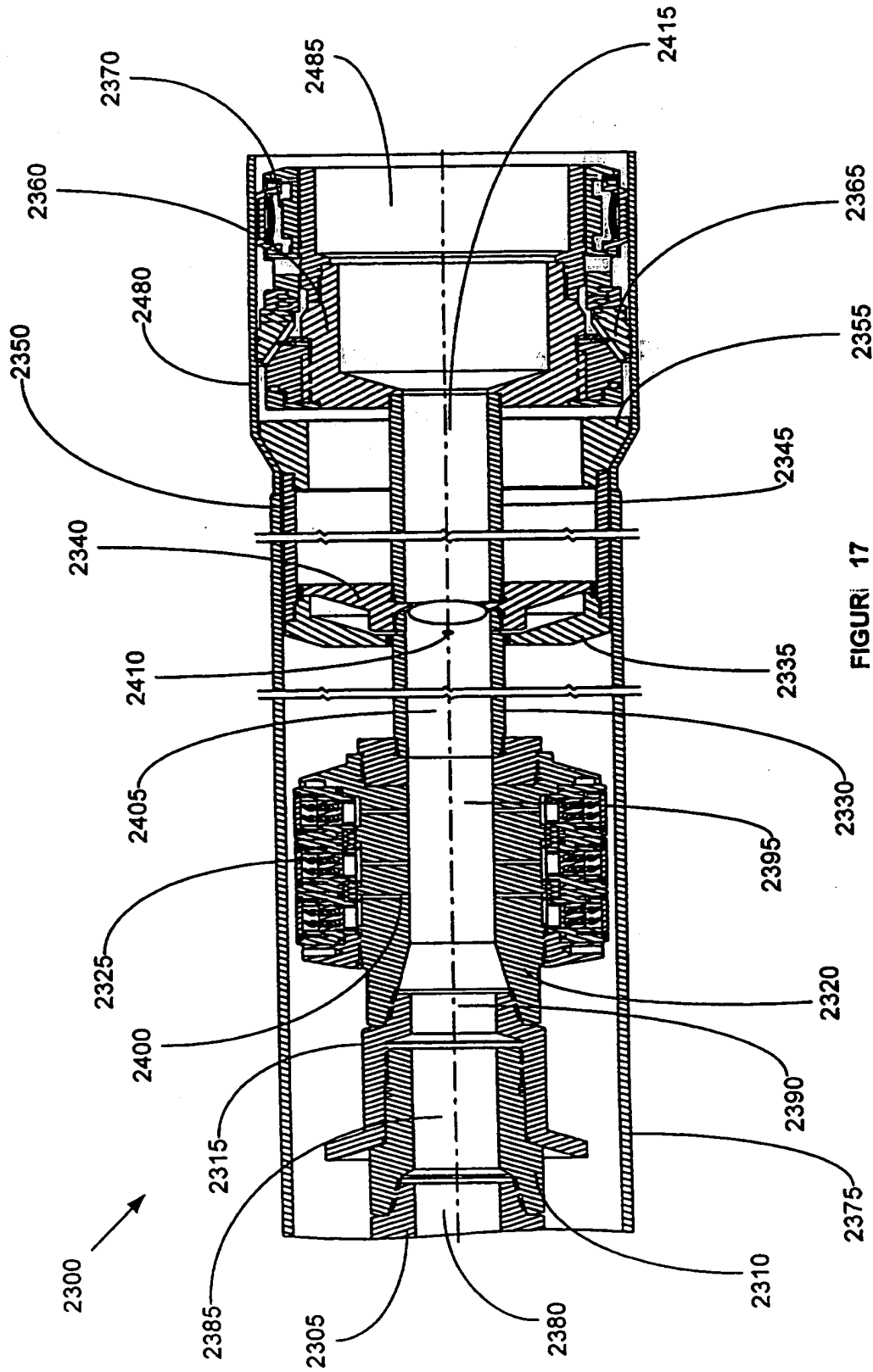


FIGUR 15a



**FIGURE 15b**





FIGUR 17

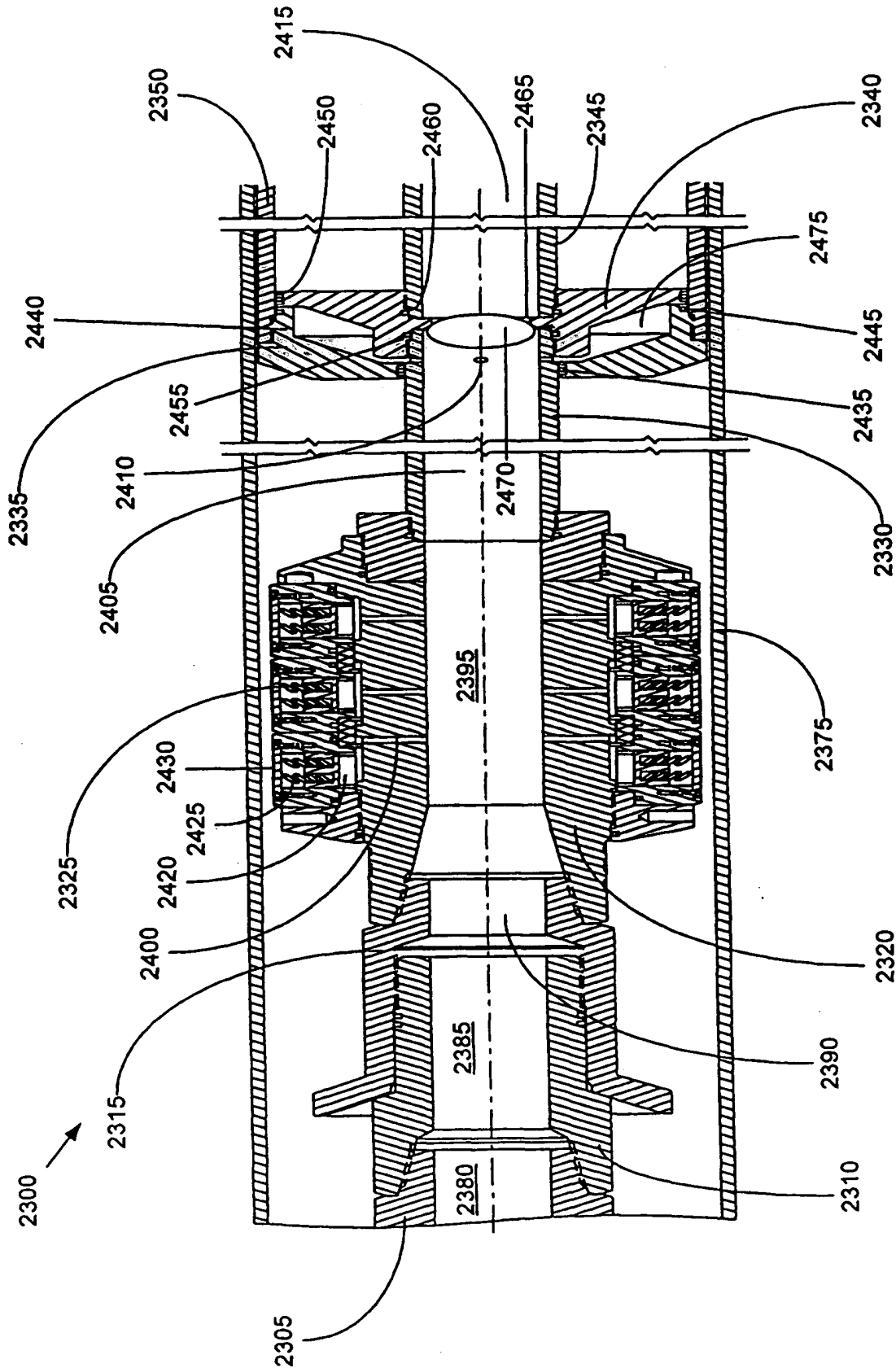
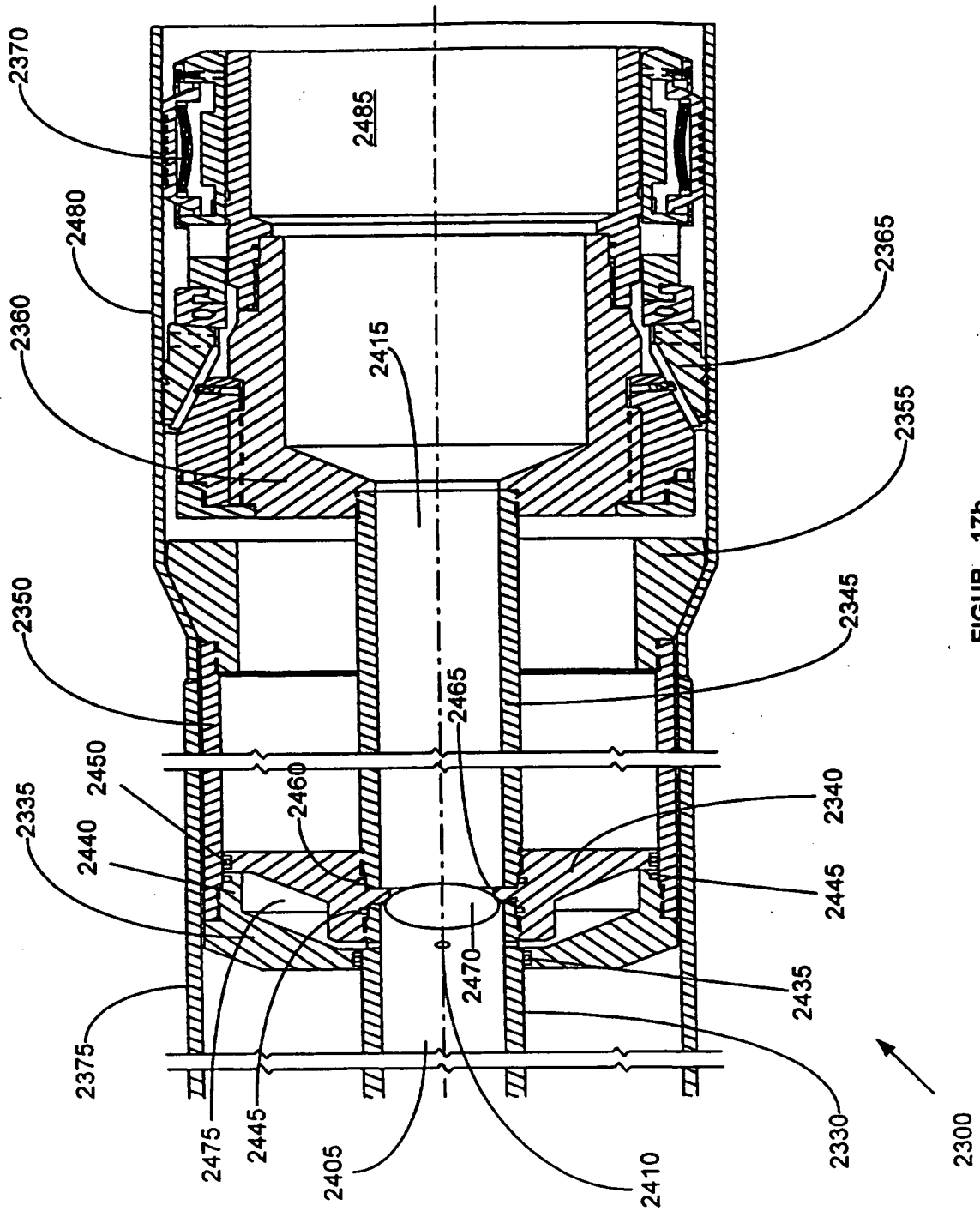
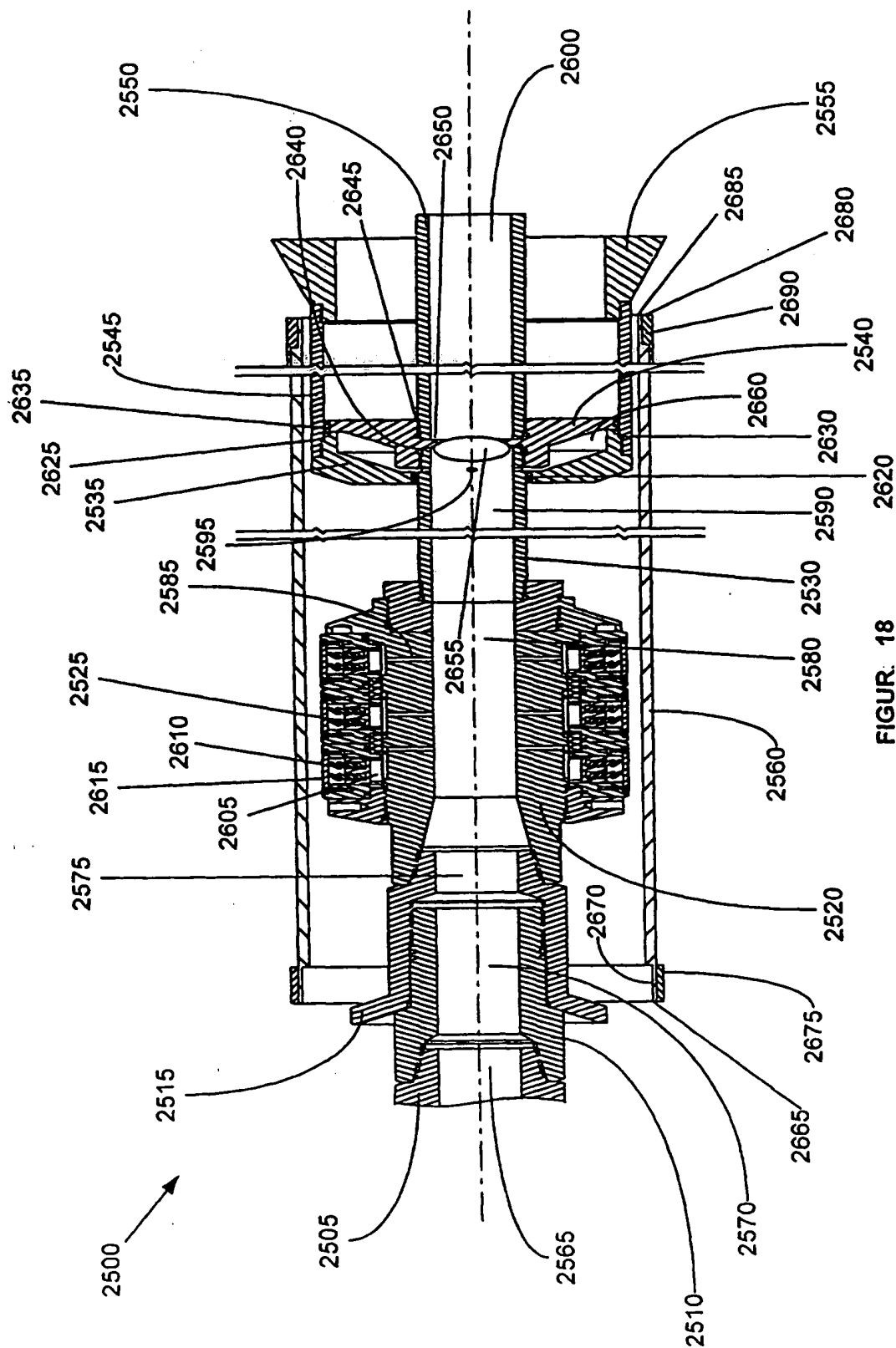


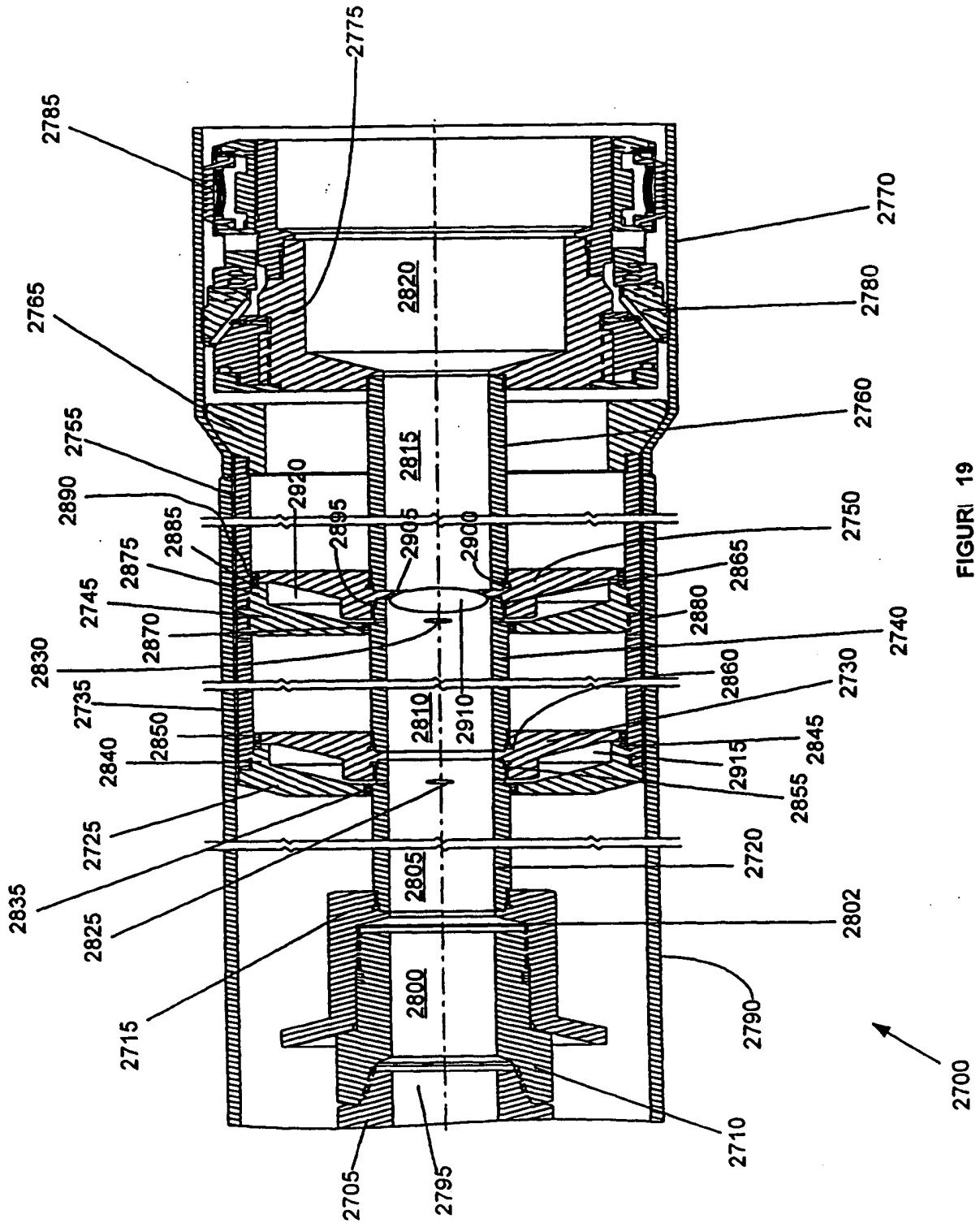
FIGURE 17a

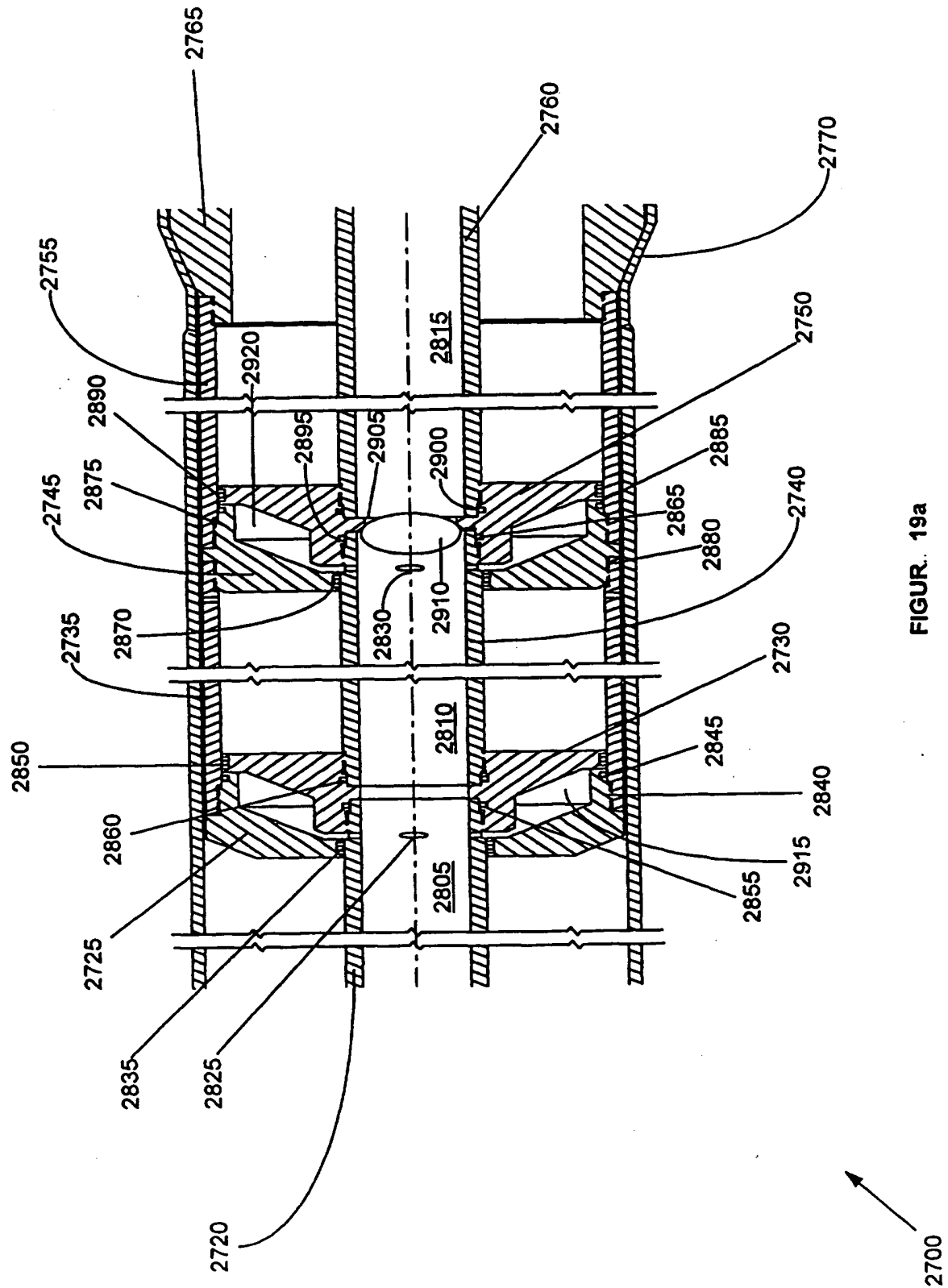




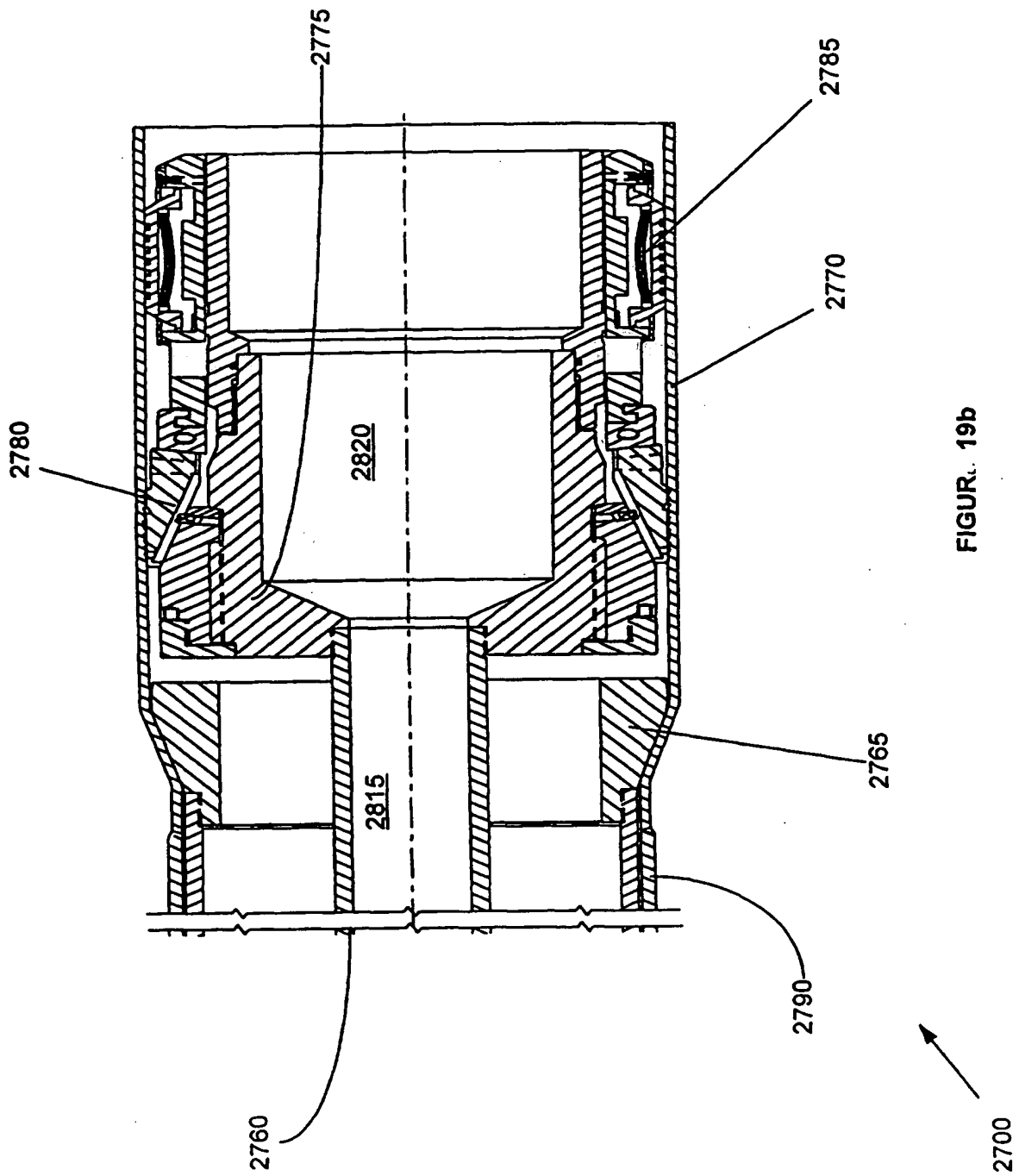


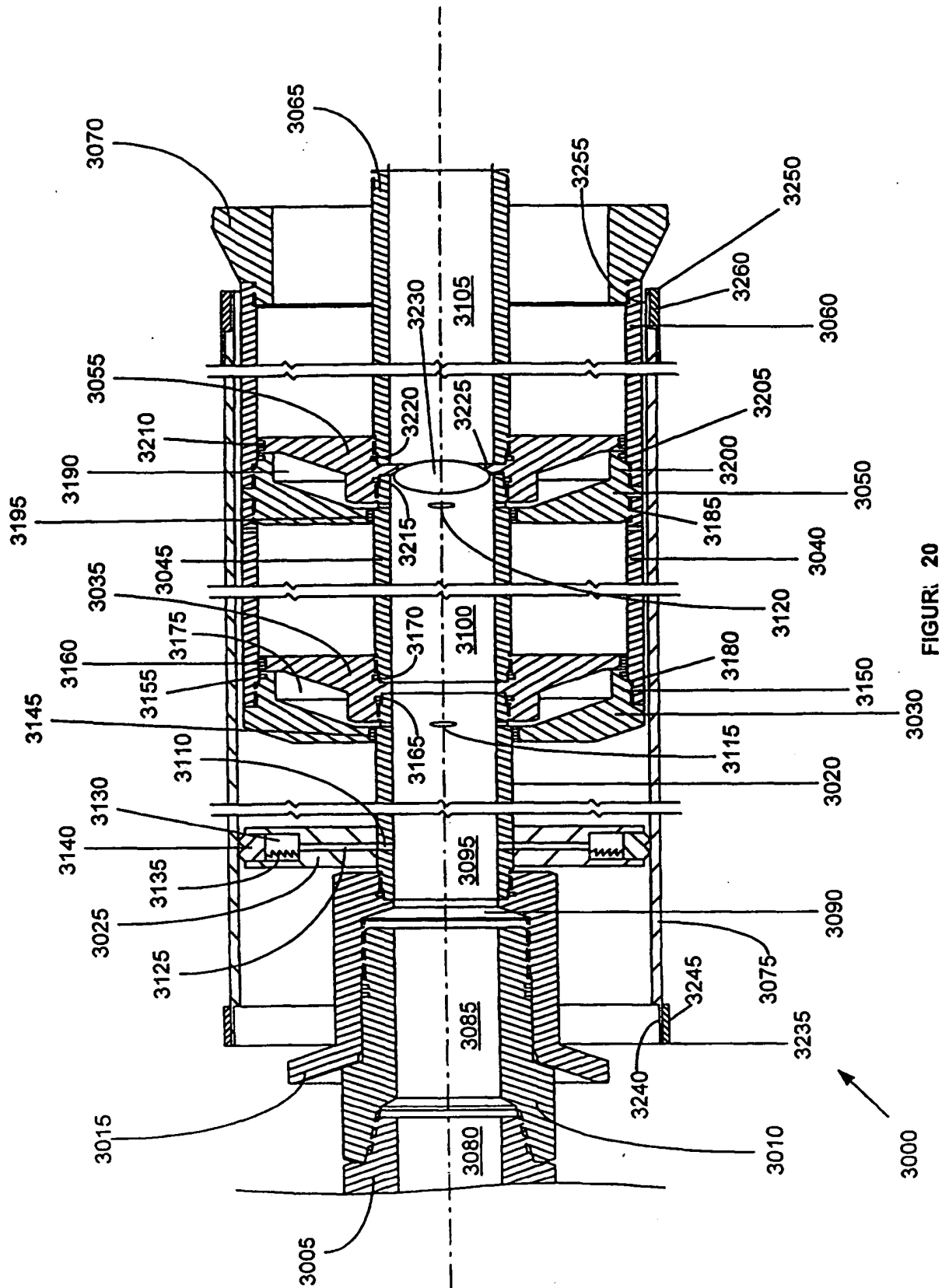
FIGUR 18



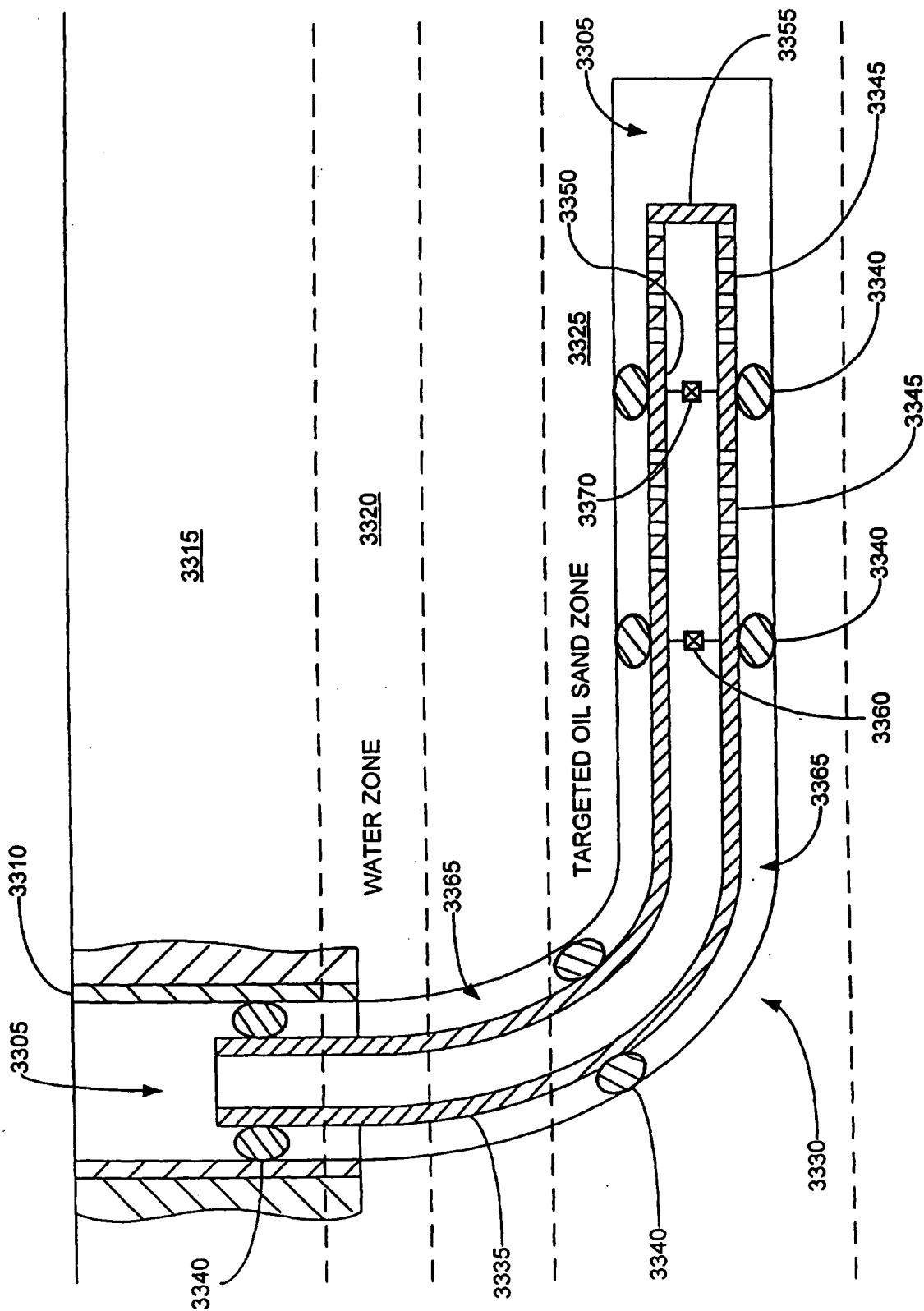


**FIGUR. 19a**





FIGUR 20



**FIGUR. 21**